

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : **2005-025052**

(43)Date of publication of application : **27.01.2005**

(51)Int.Cl.

G03G 15/16
B29D 29/06
G03G 9/08
// B29K 21:00

(21)Application number : **2003-192171** (71)Applicant : **FUJI XEROX CO LTD**

(22)Date of filing : **04.07.2003** (72)Inventor : **HARA YUKIO**

**(54) SEMICONDUCTIVE BELT, ITS MANUFACTURING METHOD, AND
INTERMEDIATE TRANSFER BELT AND IMAGE FORMING APPARATUS USING
THE SAME**

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a semiconductive belt which: (1) exhibits little secular wear of the outer circumferential face and excellent secular stability with time; (2) has a soft outer circumferential face and is capable of forming a preferable nip with the surface of a member coming in contact with the circumferential face; (3) has high rigidity and hardly deforms; and (4) exhibits little change in the resistance by transfer voltage and excellent secular stability.

SOLUTION: The endless semiconductive belt is composed of a substrate, an intermediate layer including at least one layer containing an elastic material, and a surface layer stacked in this order on the outer circumferential face of the substrate. The amount of wear of the surface of the surface layer is ≤ 10 mg, the intermediate layer has 40 to 70° JIS A hardness, and the substrate has $\geq 4,000$ MPa Young's modulus.

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2005-25052

(P2005-25052A)

(43) 公開日 平成17年1月27日(2005.1.27)

(51) Int. Cl. ⁷	F 1	テーマコード (参考)
G03G 15/16	G03G 15/16	2H005
B29D 29/06	B29D 29/06	2H200
G03G 9/08	G03G 9/08	4F213
// B29K 21:00	B29K 21:00	

審査請求 未請求 請求項の数 19 O L (全 35 頁)

(21) 出願番号	特願2003-192171 (P2003-192171)	(71) 出願人	000005496
(22) 出願日	平成15年7月4日 (2003.7.4)		富士ゼロックス株式会社
			東京都港区赤坂二丁目17番22号
		(74) 代理人	100079049
			弁理士 中島 淳
		(74) 代理人	100084995
			弁理士 加藤 和詳
		(74) 代理人	100085279
			弁理士 西元 勝一
		(74) 代理人	100099025
			弁理士 福田 浩志
		(72) 発明者	原 幸雄
			神奈川県南足柄市竹松1600番地 富士
			ゼロックス株式会社内
		Fターム(参考)	2H005 AA15 EA10
			最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 半導電性ベルト、その製造方法、並びに、これを用いた中間転写ベルト及び画像形成装置

(57) 【要約】

【課題】 (1) 外周面の経時的な磨耗が少なく経時安定性に優れ、(2) 外周面が柔軟でこの外周面に接触する部材表面と良好なニップが形成でき、(3) 剛性が高くて変形しにくく、さらに、(4) 転写電圧による抵抗の変化が少ない、経時安定性に優れる半導電性ベルトを提供すること。

【解決手段】 基材と、該基材の外周面に、少なくとも1層以上の弾性材料を含む中間層と、表面層と、をこの順に積層した無端状の半導電性ベルトにおいて、前記表面層表面の磨耗量が10mg以下であり、前記中間層のJIS A硬度が40～70°の範囲内であり、前記基材のヤング率が4000MPa以上であることを特徴とする半導電性ベルト。

【選択図】 なし

【特許請求の範囲】

【請求項1】

基材と、該基材の外周面に、少なくとも1層以上の弾性材料を含む中間層と、表面層と、をこの順に積層した無端状の半導電性ベルトにおいて、前記表面層表面の磨耗量が10mg以下であり、前記中間層のJIS A硬度が40～70°の範囲内であり、前記基材のヤング率が4000MPa以上であることを特徴とする半導電性ベルト。

【請求項2】

前記表面層の体積抵抗率が、 $1 \times 10^9 \Omega \text{cm}$ 以上 $1 \times 10^{13} \Omega \text{cm}$ 未満であることを特徴とする請求項1に記載の半導電性ベルト。

10

【請求項3】

前記表面層の体積抵抗率が、 $1 \times 10^{13} \Omega \text{cm}$ 以上であることを特徴とする請求項1に記載の半導電性ベルト。

【請求項4】

前記表面層表面の表面微小硬度が、25以下であることを特徴とする請求項1～3のいずれか1つに記載の半導電性ベルト。

【請求項5】

前記中間層の体積抵抗率が、 $1 \times 10^8 \sim 1 \times 10^{13} \Omega \text{cm}$ の範囲内であることを特徴とする請求項1～4のいずれか1つに記載の半導電性ベルト。

【請求項6】

前記基材が導電剤を含むことを特徴とする請求項1～5のいずれか1つに記載の半導電性ベルト。

20

【請求項7】

前記基材の体積抵抗率が、 $1 \times 10^8 \sim 1 \times 10^{13} \Omega \text{cm}$ の範囲内であることを特徴とする請求項1～6のいずれか1つに記載の半導電性ベルト。

【請求項8】

前記表面層がポリイミド系樹脂を含み、該ポリイミド系樹脂が、(1)全芳香族骨格を有するテトラカルボン酸二無水物と、4,4'-ジアミノフェニルエーテルを主成分として用いてなるジアミン成分とをイミド結合してなる重合体、および/または、(2)全芳香族骨格を有するテトラカルボン酸二無水物と4,4'-ジアミノフェニルエーテルとをイミド結合してなる重合体であることを特徴とする請求項1～7のいずれか1つに記載の半導電性ベルト。

30

【請求項9】

前記基材がポリイミド系樹脂を含み、該ポリイミド系樹脂が、(1)全芳香族骨格を有するテトラカルボン酸二無水物とp-フェニレンジアミンを主成分とするジアミン成分とをイミド結合してなる重合体、および/または、(2)全芳香族骨格を有するテトラカルボン酸二無水物とp-フェニレンジアミンとをイミド結合してなる重合体であることを特徴とする請求項1～8のいずれか1つに記載の半導電性ベルト。

【請求項10】

前記全芳香族骨格を有するテトラカルボン酸二無水物が、3,3',4,4'-ビフェニルテトラカルボン酸二無水物であることを特徴とする請求項7または8に記載の半導電性ベルト。

40

【請求項11】

前記中間層が、体積抵抗率が $1 \times 10^8 \Omega \text{cm} \sim 1 \times 10^{13} \Omega \text{cm}$ の範囲内である加硫ゴム材料を含むことを特徴とする請求項1から10のいずれかに記載の半導電性ベルト。

【請求項12】

加硫剤を含む未加硫固形ゴムを含む弾性体シートの少なくとも片面に、シート状の基材およびシート状の表面層から選択されるいずれか一方のシートを積層することにより積層体を形成するプロセスと、

前記積層体を加熱・加圧することにより、前記未加硫固形ゴムの加硫と、前記弾性体シ

50

トと前記シートとの界面の接着とを行なうプロセスと、を少なくとも経て形成されたことを特徴とする請求項 1 ～ 11 のいずれか 1 つに記載の半導電性ベルト。

【請求項 13】

請求項 1 ～ 12 に記載のいずれか 1 つに記載の半導電性ベルトの製造方法であって、加硫剤を含む未加硫固形ゴムを含む弾性体シートの少なくとも片面に、シート状の基材およびシート状の表面層から選択されるいずれか一方のシートを積層することにより積層体を形成する積層体形成工程と、前記積層体を加熱・加圧することにより、前記未加硫固形ゴムの加硫と、前記弾性体シートと前記シートとの界面の接着とを行なう一体成形工程と、を少なくとも含むことを特徴とする半導電性ベルトの製造方法。

10

【請求項 14】

前記積層体形成工程において、前記積層体が、第 1 の円筒状金型の外周面に無端シート状の基材と、加硫剤を含む未加硫固形ゴムを含む無端状の弾性体シートと、無端シート状の表面層とを、この順に積層することにより形成され、前記積層体形成工程を経た後に、前記積層体の外周面に第 2 の円筒状金型を、前記積層体の外周面に前記第 2 の円筒状金型の内周面が密着するように配置し、その後、前記一体成形工程が、前記第 2 の円筒状金型の外周面側から圧力を加えることにより前記積層体を加圧しつつ加熱することにより行なわれることを特徴とする請求項 13 に記載の半導電性ベルトの製造方法。

20

【請求項 15】

画像形成装置に用いられる中間転写ベルトにおいて、請求項 1 ～ 12 のいずれか 1 つに記載の半導電性ベルトからなることを特徴とする中間転写ベルト。

【請求項 16】

少なくとも中間転写ベルトを含み、トナーを用いて画像を形成する画像形成装置において、前記中間転写ベルトが請求項 1 ～ 12 のいずれか 1 つに記載の半導電性ベルトであることを特徴とする画像形成装置。

【請求項 17】

少なくとも用紙搬送ベルトを含み、トナーを用いて画像形成装置において、前記用紙搬送ベルトが請求項 1 ～ 12 のいずれか 1 つに記載の半導電性ベルトであることを特徴とする画像形成装置。

30

【請求項 18】

前記トナーが、下式 (1) で規定される形状係数 ($ML2/A$) が 100 ～ 140 の範囲内である球形トナーであることを特徴とする請求項 16 または 17 に記載の画像形成装置。

・式 (1)

$$(ML2/A) = [(トナー粒子の絶対最大長) \times 2] / [(トナー粒子の投影面積) \times \pi \times 1 / 4 \times 100]$$

【請求項 19】

前記半導電性ベルト外周面を除電するための除電手段を有することを特徴とする請求項 16 ～ 18 のいずれか 1 つに記載の画像形成装置。

40

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、複写機やプリンタ等の電子写真方式を用いた画像形成装置に用いられる半導電性ベルト、その製造方法、並びに、これを用いた中間転写ベルト及び画像形成装置に関する。

【0002】

【従来の技術】

電子写真方式を用いた画像形成装置においては、先ず、無機又は有機材料からなる光導電

50

性感光体からなる像担持体表面に一樣な電荷を形成し、画像信号を変調したレーザー光等で静電潜像を形成した後、帯電したトナーで前記静電潜像を現像して可視化したトナー像が形成される。そして、該トナー像を中間転写体を介して、あるいは直接記録紙等の転写材に静電的に転写し、記録材に定着することにより所要の再生画像が得られる。

特に、前記像担持体に形成したトナー像を中間転写体に一次転写し、更に中間転写体上のトナー像を記録紙に二次転写する方式を採用した画像形成装置が知られている（例えば、特許文献1参照。）。

【0003】

前記中間転写体方式を採用した画像形成装置において、中間転写体に用いられる材料としては、ポリカーボネート樹脂、P V D F（ポリフッ化ビニリデン）、ポリアルキレンテレフタレート、P C（ポリカーボネート）／P A T（ポリアルキレンテレフタレート）のブレンド材料、E T F E（エチレンテトラフロロエチレン共重合体）／P C，E T F E／P A T，P C／P A Tのブレンド材料等の熱可塑性樹脂の導電性の無端ベルトを用いる提案がなされている（例えば、特許文献2～7参照。）。

10

【0004】

しかし、前記ポリカーボネート樹脂、P V D F（ポリフッ化ビニリデン）等の熱可塑性樹脂の導電性材料は機械特性が劣るために、駆動時の応力に対するベルト変形が大きく、高品質の転写画質が安定して得られない。また、駆動時にベルト端部よりクラックが発生するためにベルトライフが短いなどの問題がある。

【0005】

また、中間転写体方式を採用した画像形成装置に用いられるベルト材料としては、ポリエステル等の織布と弾性部材を積層してなる補強材入り弾性ベルトが提案されている。しかし、前記、補強材入り弾性ベルトは、経時でベルト材料のクリープ変形等に起因する色ずれの問題が発生する場合がある（例えば、特許文献8及び9参照。）。

20

【0006】

更に、用紙搬送ベルトに用いられる材料としては、E T F E（エチレンテトラフロロエチレン共重合体）の樹脂材料、C R（クロロピレン）、E P D M（エチレンプロピレンジエンポリマー）などの弾性部材に導電剤を分散してなる半導電性の無端ベルトを用いる提案がなされている。

【0007】

一方、中間転写ベルトや転写搬送ベルト等に用い得る半導電性ベルトとして、機械特性や耐熱性に優れたポリイミド系樹脂に導電性フィラーを分散してなる中間転写ベルトが提案されている（例えば、特許文献10及び11参照。）。

30

【0008】

しかしながら、これまでに提案されているポリイミド系樹脂からなる半導電性ベルトは、可とう性と剛性のバランスが悪く、中間転写ベルトや転写搬送ベルトとしては、特性を満足しているとはいえなかった。更に、3，3'，4，4'－ビフェニルテトラカルボン酸二無水物とp－フェニレンジアミンと重合体であるポリアミド酸（UワニスーS）をポリイミド系樹脂の原料とし、これに導電性フィラーを分散したベルトが開示されている。このタイプの中間転写ベルトでは、表面微小硬度が40以上であり、機械特性に優れており、駆動時の応力に対するベルト変形がなく、色ずれのない高品質の転写画質が安定して得られる。

40

【0009】

一方、転写部において、ポリイミド系樹脂材料は、機械的特性に優れるために、バイアスローラを用いて記録媒体に記録紙を押圧し、電界を印加してトナー像を静電的に転写する1次転写部でのバイアスローラによる押圧力による変形が少ないので、バイアスローラによる押圧力が集中する。このためトナーが凝集し、電荷密度が高くなることによってトナー層の内部で放電が発生し、トナー極性を変化させる等の原因によって、ライン画像が中抜けする（ホロキヤクター）等の画質欠陥が発生させる問題を生じることがあった（例えば、特許文献12参照。）。

50

【0010】

また、ポリイミド系樹脂を主体となす2層構成のポリイミド系樹脂ベルトとして、表面層が3, 3', 4, 4'-ビフェニルテトラカルボン酸二無水物とp-フェニレンジアミンと重合物であるポリイミド系の2層構成ベルトが提案されているが、表面層のポリイミド系樹脂材料は、表面微小硬度が40以上であり、ライン画像が中抜けする（ホロキャラクター）の画質欠陥を発生させる問題を生じることがあった（例えば、特許文献13参照。）。

【0011】

また、上記のような半導電性ベルトを中間転写体として用いた画像形成装置において、前記中間転写体の体積抵抗率とトナー像の画質との間には密接な関係があることが知られている。例えば、中間転写体の体積抵抗率 ρ_v が低い（ $\rho_v < 10^8 \Omega \cdot \text{cm}$ ）場合、転写時のトナーの飛び散りが著しく発生し画質が低下することが知られている（例えば、特許文献14参照）。

10

【0012】

【特許文献1】

特開昭62-206567号公報

【特許文献2】

特開平6-095521号公報

【特許文献3】

特開平5-200904号公報

20

【特許文献4】

特開平6-228335号公報

【特許文献5】

特開平6-149081号公報

【特許文献6】

特開平6-149083号公報

【特許文献7】

特開平6-149079号公報

【特許文献8】

特開平9-305038号公報

30

【特許文献9】

特開平10-240020号公報

【特許文献10】

特開平5-77252号公報

【特許文献11】

特開平10-63115号公報

【特許文献12】

特開平10-63115号公報

【特許文献13】

特開2002-156835号公報

40

【特許文献14】

特開平8-248779号公報

【0013】

【発明が解決しようとする課題】

本発明は、以上に説明したような従来における問題を解決し、以下の目的を達成することを課題とする。

即ち、本発明は、（1）外周面の経時的な磨耗が少なく経時安定性に優れ、（2）外周面が柔軟でこの外周面に接触する部材表面と良好なニップが形成でき、（3）剛性が高くて変形しにくく、さらに、（4）転写電圧による抵抗の変化が少ない、経時安定性に優れた半導電性ベルト、その製造方法、並びに、これを用いた中間転写ベルト及び画像形成装置

50

を提供することを課題とする。

【0014】

【課題を解決するための手段】

前記課題を解決するための手段は、以下の本発明により達成される。

即ち、本発明は、

<1> 基材と、該基材の外周面に、少なくとも1層以上の弾性材料を含む中間層と、表面層と、をこの順に積層した無端状の半導電性ベルトにおいて、前記表面層表面の磨耗量が10mg以下であり、前記中間層のJIS A硬度が40～70°の範囲内であり、前記基材のヤング率が4000MPa以上であることを特徴とする半導電性ベルトである。

10

【0015】

<2> 前記表面層の体積抵抗率が、 $1 \times 10^9 \Omega \text{cm}$ 以上 $1 \times 10^{13} \Omega \text{cm}$ 未満であることを特徴とする<1>に記載の半導電性ベルトである。

【0016】

<3> 前記表面層の体積抵抗率が、 $1 \times 10^{13} \Omega \text{cm}$ 以上であることを特徴とする<1>に記載の半導電性ベルトである。

【0017】

<4> 前記表面層表面の表面微小硬度が、25以下であることを特徴とする<1>～<3>のいずれか1つに記載の半導電性ベルトである。

【0018】

<5> 前記中間層の体積抵抗率が、 $1 \times 10^8 \sim 1 \times 10^{13} \Omega \text{cm}$ の範囲内であることを特徴とする<1>～<4>のいずれか1つに記載の半導電性ベルトである。

20

【0019】

<6> 前記基材が導電剤を含むことを特徴とする<1>～<5>のいずれか1つに記載の半導電性ベルトである。

【0020】

<7> 前記基材の体積抵抗率が、 $1 \times 10^8 \sim 1 \times 10^{13} \Omega \text{cm}$ の範囲内であることを特徴とする<1>～<6>のいずれか1つに記載の半導電性ベルトである。

【0021】

<8> 前記表面層がポリイミド系樹脂を含み、該ポリイミド系樹脂が、(1)全芳香族骨格を有するテトラカルボン酸二無水物と、4,4'-ジアミノフェニルエーテルを主成分として用いてなるジアミン成分とをイミド結合してなる重合体、および/または、(2)全芳香族骨格を有するテトラカルボン酸二無水物と4,4'-ジアミノフェニルエーテルとをイミド結合してなる重合体であることを特徴とする<1>～<7>のいずれか1つに記載の半導電性ベルトである。

30

【0022】

<9> 前記基材がポリイミド系樹脂を含み、該ポリイミド系樹脂が、(1)全芳香族骨格を有するテトラカルボン酸二無水物とp-フェニレンジアミンを主成分とするジアミン成分とをイミド結合してなる重合体、および/または、(2)全芳香族骨格を有するテトラカルボン酸二無水物とp-フェニレンジアミンとをイミド結合してなる重合体であることを特徴とする<1>～<8>のいずれか1つに記載の半導電性ベルトである。

40

【0023】

<10> 前記全芳香族骨格を有するテトラカルボン酸二無水物が、3,3',4,4'-ビフェニルテトラカルボン酸二無水物であることを特徴とする<7>または<8>に記載の半導電性ベルトである。

【0024】

<11> 前記中間層が、体積抵抗率が $1 \times 10^8 \Omega \text{cm} \sim 1 \times 10^{13} \Omega \text{cm}$ の範囲内である加硫ゴム材料を含むことを特徴とする<1>から<10>いずれかに記載の半導電性ベルトである。

【0025】

50

<12> 加硫剤を含む未加硫固形ゴムを含む弾性体シートの少なくとも片面に、シート状の基材およびシート状の表面層から選択されるいずれか一方のシートを積層することにより積層体を形成するプロセスと、

前記積層体を加熱・加圧することにより、前記未加硫固形ゴムの加硫と、前記弾性体シートと前記シートとの界面の接着とを行なうプロセスと、を少なくとも経て形成されたことを特徴とする<1>～<11>のいずれか1つに記載の半導電性ベルトである。

【0026】

<13> <1>～<12>に記載のいずれか1つに記載の半導電性ベルトの製造方法であって、

加硫剤を含む未加硫固形ゴムを含む弾性体シートの少なくとも片面に、シート状の基材およびシート状の表面層から選択されるいずれか一方のシートを積層することにより積層体を形成する積層体形成工程と、

前記積層体を加熱・加圧することにより、前記未加硫固形ゴムの加硫と、前記弾性体シートと前記シートとの界面の接着とを行なう一体成形工程と、を少なくとも含むことを特徴とする半導電性ベルトの製造方法である。

【0027】

<14> 前記積層体形成工程において、前記積層体が、第1の円筒状金型の外周面に無端シート状の基材と、加硫剤を含む未加硫固形ゴムを含む無端状の弾性体シートと、無端シート状の表面層とを、この順に積層することにより形成され、

前記積層体形成工程を経た後に、前記積層体の外周面に第2の円筒状金型を、前記積層体の外周面に前記第2の円筒状金型の内周面が密着するように配置し、

その後、前記一体成形工程が、前記第2の円筒状金型の外周面側から圧力を加えることにより前記積層体を加圧しつつ加熱することにより行なわれることを特徴とする<13>に記載の半導電性ベルトの製造方法である。

【0028】

<15> 画像形成装置に用いられる中間転写ベルトにおいて、<1>～<12>のいずれか1つに記載の半導電性ベルトからなることを特徴とする中間転写ベルトである。

【0029】

<16> 少なくとも中間転写ベルトを含み、トナーを用いて画像を形成する画像形成装置において、

前記中間転写ベルトが<1>～<12>のいずれか1つに記載の半導電性ベルトであることを特徴とする画像形成装置である。

【0030】

<17> 少なくとも用紙搬送ベルトを含み、トナーを用いて画像形成装置において、前記用紙搬送ベルトが<1>～<12>のいずれか1つに記載の半導電性ベルトであることを特徴とする画像形成装置である。

【0031】

<18> 前記トナーが、下式(1)で規定される形状係数($ML2/A$)が100～140の範囲内である球形トナーであることを特徴とする<16>または<17>に記載の画像形成装置である。

・式(1)

$$(ML2/A) = [(トナー粒子の絶対最大長) \times 2] / [(トナー粒子の投影面積) \times \pi \times 1/4 \times 100]$$

【0032】

<19> 前記半導電性ベルト外周面を除電するための除電手段を有することを特徴とする<16>～<18>のいずれか1つに記載の画像形成装置である。

【0033】

【発明の実施の形態】

<<半導電性ベルト、中間転写ベルト、用紙搬送ベルト>>

本発明の半導電性ベルトは、基材と、該基材の外周面に、少なくとも1層以上の弾性材料

を含む中間層と、表面層と、をこの順に積層した無端状の半導電性ベルトにおいて、前記表面層表面の磨耗量が10mg以下であり、前記中間層のJIS A硬度が40～70°の範囲内であり、前記基材のヤング率が4000MPa以上であることを特徴とする。

【0034】

本発明の半導電性ベルトは表面層／中間層／基材からなる層構成とした上で、それぞれの層に半導電性ベルトとして必要な機能を割り振ることにより、半導電性ベルトとして求められる諸特性を高いレベルで両立できる。

【0035】

具体的には、(1)表面層表面の磨耗量を10mg以下とすることにより、画像形成装置内の他の部材と接触する半導電性ベルト外周面(表面層表面)の経時的な磨耗が抑えられる。

10

これにより、半導電性ベルト外周面の磨耗が長期に渡り抑制されるため、安定した性能を長期に渡り維持できる。従って、例えば、半導電性ベルトを中間転写体として用いた場合には転写面(外周面)の磨耗が長期に渡り抑制されるため、画像を連続して形成しても経時的に安定した画質を得ることができる。

なお、表面層を構成する材料は特に限定されないが、本発明においては、耐磨耗性と共に、適度な柔らかさも有するポリイミド系樹脂を挙げることができる。なお、詳細については後述する。

【0036】

また、(2)中間層のJIS A硬度を40～70°の範囲内とすることにより、半導電性ベルト外周面と接触する他の部材表面に追従して密着性よく接触できるような柔軟性を

20

得ることができる。これにより半導電性ベルト外周面が、画像形成装置内の他の部材と接触した際にこの部材表面の形状に応じて柔軟に変形でき、良好なニップ(接触部)を形成できる。従って、例えば、半導電性ベルトを中間転写体として用いた場合には転写面(外周面)が、トナー像が形成された潜像担持体(感光体)に密着でき、ホロキャラクター等の転写欠陥の発生を抑制することができる。なお、中間層を主に構成する材料としては、詳細は後述するがゴム等の弾性材料を用いることができる。

【0037】

さらに、(3)基材のヤング率が4000MPa以上とすることにより、半導電性ベルト全体の剛性が向上するため、半導電性ベルトを回転駆動させたときの変形を抑制することができる。

30

これにより半導電性ベルト外周面と接触する他の部材との位置ずれ等を防止することができる。従って、例えば、半導電性ベルトを中間転写体として用いた場合に、半導電性ベルトの剛性不足に起因する色ずれなどの不具合の発生を抑制することができる。

【0038】

なお、基材のヤング率とベルト駆動時の外乱(負荷変動)によるベルトの変位量(変形の程度)との関係は、下記式(2)で表すことができる。

$$\cdot \text{式(2)} \quad \Delta l = P \cdot l \cdot \alpha / (t \cdot w \cdot E)$$

ここで、

40

- ・ Δl : ベルトの変位量 (μm)
- ・ P : 負荷 (N)
- ・ l : 2本のテンションロール間のベルトの長さ (mm)
- ・ α : 係数
- ・ t : ベルト厚み (mm)
- ・ w : ベルト幅 (mm)
- ・ E : ベルト材料のヤング率 (N/mm^2)

を表す。

【0039】

式(2)からわかるように、ベルト駆動時の外乱(負荷変動)によるベルトの伸び・縮み

50

(変位量)は、ベルト材料のヤング率と厚みに逆比例する。

従って高ヤング率(4000MPa以上)の基材を用いると、ベルト駆動時の外乱(負荷変動)によるベルトの変位量が少なくなり、駆動時の応力に対するベルト変形を小さくすることができる。

なお、基材を構成する材料は特に限定されないが、本発明においては、剛性の高いポリイミド系樹脂を挙げることができる。なお、詳細については後述する。

【0040】

一方、従来の半導電性ベルトは、その殆どが、1ないし2層程度の層構成からなり、1ないし2層からなる構成で、上記に示したような外周面の耐磨耗性、外周面の弾性、ベルト全体の剛性という3つの特性を高いレベルで両立することが困難であり、半導電性ベルトとして求められる諸機能を高いレベルで両立させることができなかった。

しかしながら、以上に説明したように、本発明の半導電性ベルトは、外周面の耐磨耗性、外周面の弾性、ベルト全体の剛性という3つの特性を、それぞれ表面層、中間層、基材により役割分担させて高いレベルで達成することができ、半導電性ベルトとして求められる諸機能を高いレベルで両立させることが可能である。

【0041】

なお、表面層表面の磨耗量は10mg以下であることが必要であるが、5mg以下であることが好ましく、2mg以下であることがより好ましい。なお、表面層の耐磨耗性の増加に弾性は小さくなる(剛直になる)傾向があるため、耐磨耗性が大きすぎる場合には表面層が剛直になり、弾性を有する中間層により付与される半導電性ベルト外周面の柔らかさが相殺されてしまう場合がある。この観点からは、耐磨耗量の下限値は0.01mg以上であることが好ましい。

【0042】

但し、本発明において、表面層表面の磨耗量とはJISK6902に規定される耐磨耗性の試験方法により求められるものであり、具体的には表面層の材料を直径120mmの円形状の試験片として、幅12.7mm、50.3mmの外径のゴム製の磨耗輪に研磨紙を接着剤で貼り付けて、100回転あたりの磨耗量として求めたものである。

【0043】

また、中間層のJISA硬度は40~70°の範囲内であることが必要であるが、45~65°の範囲内であることが好ましく、50~60°の範囲内であることがより好ましい。

【0044】

さらに、基材のヤング率は4000MPa以上であることが必要であるが4500MPa以上であることが好ましく、5000MPa以上であることがより好ましい。なお、基材のヤング率の上限値は特に限定されるものではないが、大きすぎる場合には、基材を構成する材料自体の入手が困難であったり、屈曲性に欠けるために取り扱いが不便になる等の場合があり、この観点からは実用上は10000MPa以下であることが好ましい。

【0045】

また、本発明の半導電性ベルトは外周面の経時的な磨耗が少なく経時安定性に優れ、かつ中間層の弾性層によって、外周面に接触する部材表面と外周面が柔軟に接触するので、良好なニップが形成でき、厚紙(280gsm)や薄紙(60gsm)などの厚みの異なる用紙の走行においても対応できるので、高品質の転写画質を用紙の厚みに関係せずを得ることができる。

【0046】

このような本発明の半導電性ベルトを中間転写体ベルトとして用いた場合には(1)画像を連続して形成しても安定した画質の画像を得ることができ、(2)色ずれの発生を防止し、(3)ホロキヤラクターを防ぐことができる上に、(4)厚紙(300gsm)や薄紙(60gsm)などの用紙走行性に優れた画像形成装置を提供することができる。

【0047】

次に、本発明の半導電性ベルトの構成を図面を用いて説明する。図1は本発明の半導電性

10

20

30

40

50

ベルトの構成の一例を示す横式断面図である。図1において、1は半導電性ベルト、2は表面層、3は中間層、4は基材を表す。

半導電性ベルト1は、基材4の外周面側に、中間層3、表面層2がこの順に順次積層された構成を有している。

【0048】

なお、図1に示される中間層3は1層であるが、2層以上から構成されていてもよい。なお、このように中間層が2層以上の場合には、2層全体で、JIS A硬度が上記に説明した範囲内であることが必要である。これは、後述する他の物性や特性値についても同様である。

なお、説明の都合上、以下の説明においては、中間層が1層からなることを前提として説明するが、勿論、本発明はこれに限定されるものではない。 10

【0049】

次に、本発明の半導電性ベルトを構成する表面層、中間層、および、基材を構成する材料や、その他の好ましい物性・特性について順次説明する。

【0050】

(ポリイミド系樹脂)

本発明の半導電性ベルトにおいて、表面層および基材を構成する主な樹脂材料は特に限定されないが、ポリイミド系樹脂を用いることが好ましい。なお、表面層や基材にはポリイミド系樹脂以外にも、体積抵抗率を調整するための導電剤等の他の成分を必要に応じて添加することができる 20

以下、本発明の半導電性ベルトに用いられるポリイミド系樹脂を表面層と基材とに分けて説明する。

【0051】

ー表面層のポリイミド系樹脂ー

表面層に用いられるポリイミド系樹脂としては特に限定されないが、テトラカルボン酸残基である全芳香族骨格を有するテトラカルボン酸二無水物と、ジアミン残基であるジフェニルエーテル骨格を有するジアミン成分とをイミド結合してなる重合体、つまりジアミン残基にエーテル骨格を有するポリイミド系樹脂を主成分とすることが好ましい。

このジアミン残基にエーテル骨格を有するポリイミド系樹脂を主成分とすることで、ポリイミド系樹脂を主体に構成される表面層に可とう性を付与することができ、定量的には表面微小硬度で30度以下とすることも可能である。 30

【0052】

前記ジフェニルエーテル骨格を有するジアミン成分としては、4, 4'-ジアミノジフェニルエーテル、3, 3'-ジアミノジフェニルエーテル又はこれらの芳香環を低級アルキル基等で置換した化合物等が挙げられ、中でも4, 4'-ジアミノジフェニルエーテルが好ましい。

【0053】

前記全芳香族骨格を有するテトラカルボン酸二無水物としては、ピロメリット酸二無水物、3, 3', 4, 4'-ビフェニルテトラカルボン酸二無水物、2, 3, 3', 4'-ビフェニルテトラカルボン酸二無水物、2, 3, 6, 7-ナフタレンテトラカルボン酸二無水物、1, 2, 5, 6-ナフタレンテトラカルボン酸二無水物、1, 4, 5, 8-ナフタレンテトラカルボン酸二無水物、又はこれらの芳香環を低級アルキル基等で置換した化合物等が挙げられる。中でも、3, 3', 4, 4'-ビフェニルテトラカルボン酸二無水物が特に好ましい。 40

【0054】

また、表面層に用いられるポリイミド系樹脂としては、全芳香族骨格を有するテトラカルボン酸二無水物と、ジフェニルエーテル骨格を有するジアミン成分とがイミド結合してなる重合体を用いることができる。また、この重合体に、表面層の表面微小硬度が30度以下とすることができる範囲内であれば、後述する基材のポリイミド系樹脂として好ましい全芳香族骨格を有するテトラカルボン酸二無水物と、p-フェニレン骨格を有するジアミ 50

ン成分とがイミド結合してなる重合体が併用されることも好ましい。

【0055】

前記全芳香族骨格を有するテトラカルボン酸二無水物と、ジフェニルエーテル骨格を有するジアミン成分とがイミド結合してなるポリイミド系樹脂の具体例としては、3, 3', 4, 4'-ビフェニルテトラカルボン酸二無水物 (BPDA) と 4, 4'-ジアミノジフェニルエーテル (DDE) とがイミド結合してなるポリイミド系樹脂が挙げられる。

【0056】

—基材のポリイミド系樹脂—

基材に用いられるポリイミド系樹脂としては特に限定されないが、テトラカルボン酸残基である全芳香族骨格を有するテトラカルボン酸二無水物と、ジアミン残基である p-フェニレン骨格を有するジアミン成分とをイミド結合してなる重合体、を主成分とすることが好ましい。全芳香族骨格を有するテトラカルボン酸二無水物と、p-フェニレン骨格を有するジアミン成分とをイミド結合してなる重合体を主成分とすることで、基材の剛性を確保することが容易となり、基材のヤング率を 4000 MPa 以上とすることが可能である。

10

【0057】

前記 p-フェニレン骨格を有するジアミン成分としては、p-フェニレンジアミン又はその芳香環を低級アルキル基等で置換した化合物等が挙げられる。

また、基材用に用いられる全芳香族骨格を有するテトラカルボン酸二無水物は、表面層用に用いられる全芳香族骨格を有するテトラカルボン酸二無水物と同義であり、好ましい態様も同様である。

20

【0058】

また、基材に用いられるポリイミド系樹脂は、基材のヤング率を 4000 MPa 以上に保持できる範囲内であれば、前記全芳香族骨格を有するテトラカルボン酸二無水物と、p-フェニレン骨格を有するジアミン成分とがイミド結合してなる重合体を主成分とし、既述の前記全芳香族骨格を有するテトラカルボン酸二無水物と、ジフェニルエーテル骨格を有するジアミン成分とがイミド結合してなる重合体が含まれていることも好ましい。

前記全芳香族骨格を有するテトラカルボン酸二無水物と、p-フェニレン骨格を有するジアミン成分とがイミド結合してなるポリイミド系樹脂の具体例としては、3, 3', 4, 4'-ビフェニルテトラカルボン酸二無水物 (BPDA) と、p-フェニレンジアミン (PDA) とがイミド結合してなるポリイミド系樹脂が挙げられる。

30

【0059】

なお、本発明の半導電性ベルトにおいては、表面層に用いられるポリイミド系樹脂としては、全芳香族骨格を有するテトラカルボン酸二無水物と 4, 4'-ジアミノフェニルエーテルとをイミド結合してなる重合体であり、且つ、基材に用いられるポリイミド系樹脂としては、全芳香族骨格を有するテトラカルボン酸二無水物と p-フェニレンジアミンとをイミド結合してなる重合体であることが好ましい。

中でも、表面層に用いられるポリイミド系樹脂としては、3, 3', 4, 4'-ビフェニルテトラカルボン酸二無水物と 4, 4'-ジアミノフェニルエーテルとをイミド結合してなる重合体であることが好ましく、且つ、基材に用いられるポリイミド系樹脂としては、3, 3', 4, 4'-ビフェニルテトラカルボン酸二無水物と p-フェニレンジアミンとをイミド結合してなる重合体であることがより好ましい。

40

【0060】

(導電剤)

本発明の半導電性ベルトを構成する基材には、体積抵抗率を調整するための導電剤が添加されていることが好ましい。また、表面層にも体積抵抗率を調整するための導電剤を添加することができる。

本発明に用いられる導電剤としては、導電性もしくは半導電性の微粉末が使用でき、所望の電気抵抗を安定して得ることができれば、特に制限はなく、ケッチエンブラック、アセチレンブラック等のカーボンブラック、アルミニウムやニッケル等の金属；酸化錫等の酸

50

化金属化合物；チタン酸カリウム等の電子伝導性の導電剤を挙げることができる。この導電剤は、1種単独で用いてもよく、2種以上を併用して用いてもよい。

【0061】

本発明に用いられる導電剤としては、基材や表面層を構成する樹脂材料としてポリイミド系樹脂を用いる場合には、この樹脂中への分散性がよいことから良好な分散安定性が得られ、半導電性ベルトの抵抗バラツキを小さくすることができるとともに、電界依存性も小さくなり、更に転写電圧による電界集中がおきずらくなることにより電気抵抗の経時での安定性が向上することから、pH 5以下の酸化処理カーボンブラックが好ましい。

【0062】

—pH 5以下の酸化処理カーボンブラック—

pH 5以下の酸化処理カーボンブラックは、カーボンブラックを酸化処理することで、表面にカルボキシル基、キノン基、ラクトン基、水酸基等を付与して製造することができる。この酸化処理は、カーボンブラック自体の製造工程における酸化処理でもよいし、カーボンブラックを後処理により酸化処理するものでも良い。例えば、高温雰囲気下で、空気と接触され、反応させる空気酸化法、常温下で窒素酸化物やオゾンと反応させる方法、及び高温下での空気酸化後、低い温度下でオゾン酸化する方法などにより行うことができる。

【0063】

具体的には、pH 5以下の酸化処理カーボンブラックは、コンタクト法により製造することができる。このコンタクト法としては、チャンネル法、ガスブラック法等が挙げられる。また、酸化処理カーボンブラックは、ガスまたはオイルを原料とするファーネスブラック法により製造することもできる。更に必要に応じて、これらの処理を施した後、硝酸などで液相酸化処理を行ってもよい。なお、酸性カーボンブラックは、コンタクト法で製造することができるが、密閉式のファーネス法によって製造するのが通常である。ファーネス法では通常、高pH・低揮発分のカーボンブラックしか製造されないが、これに上述の液相酸化処理を施してpHを調整することができる。このため本発明においては、ファーネス法製造により得られるカーボンブラックで、後工程処理によりpHが5以下となるように調節されたカーボンブラックも、pH 5以下の酸化処理カーボンブラックに含まれるものとみなす。

【0064】

導電剤として用いられる酸化処理カーボンブラックのpH値は、pH 5.0以下であることが好ましく、pH 4.5以下であることがより好ましく、pH 4.0以下であることが更に好ましい。pH 5.0以下の酸化処理カーボンは、その表面にカルボキシル基、水酸基、キノン基、ラクトン基などの酸素含有官能基を有するために、樹脂中への分散性がよく良好な分散安定性が得られ、半導電性ベルトの抵抗バラツキを小さくすることができるとともに、電界依存性も小さくなり、転写電圧による電界集中を抑制し易くなる。

【0065】

前記カーボンブラックのpHは、水性懸濁液を調整し、ガラス電極で測定することで求められる。また、前記カーボンブラックのpHは、酸化処理工程での処理温度、処理時間等の条件によって、調整することができる。

【0066】

pH 5.0以下の酸化処理カーボンブラックは、その揮発成分の含有量が1～25質量%であることが好ましく、3～20質量%であることがより好ましく、3.5～15%質量含まれていることが更に好ましい。前記揮発成分の含有量が1%未満である場合には、表面に付着する酸素含有官能基の効果がなくなり、結着樹脂への分散性が低下する場合がある。一方、前記揮発成分の含有量が25質量%より高い場合には、前記ポリイミド系樹脂に分散させる際に分解してしまう場合や、表面の酸素含有官能基に吸着された水などが多くなるなどによって、本発明における表面層或いは基材の外観が悪くなる場合がある。

【0067】

これに対し前記揮発成分の含有量を1～25質量%とすることで、前記ポリイミド系樹脂

10

20

30

40

50

中への分散をより良好とすることができる。尚、前記揮発成分の含有は、カーボンブラックを950℃で7分間加熱したときに、出てくる有機揮発成分（カルボキシル基、水酸基、キノン基、ラクトン基等）の割合により求めることができる。

【0068】

本発明の半導電性ベルトにおいて、導電剤として用いられるカーボンブラックは2種類以上使用することもできる。そのとき、これらのカーボンブラックは実質的に互いに導電性の異なるものであることが好ましく、例えば酸化処理の度合い、DBP吸油量、窒素吸着を利用したBET法による比表面積等の物性が異なるものを用いることができる。

このように導電性の異なる2種類以上のカーボンブラックを添加する場合、例えば高い導電性を発現するカーボンブラックを優先的に添加した後、導電率の低いカーボンブラックを添加して表面抵抗率を調整すること等が可能である。このように2種類以上のカーボンブラックを含有させる場合も、少なくとも、そのうちの1種類にpH5.0以下の酸化処理カーボンブラックを使うことによって、両方のカーボンブラックの混合や分散を高めることができる。

【0069】

pH5.0以下の酸化処理カーボンブラックとして、具体的には、デグサ社製の「プリンテックス150T」（pH4.5、揮発分10.0%）、同「スペシャルブラック350」（pH3.5、揮発分2.2%）、同「スペシャルブラック100」（pH3.3、揮発分2.2%）、同「スペシャルブラック250」（pH3.1、揮発分2.0%）、同「スペシャルブラック5」（pH3.0、揮発分15.0%）、同「スペシャルブラック4」（pH3.0、揮発分14.0%）、同「スペシャルブラック4A」（pH3.0、揮発分14.0%）、同「スペシャルブラック550」（pH2.8、揮発分2.5%）、同「スペシャルブラック6」（pH2.5、揮発分18.0%）、同「カラーブラックFW200」（pH2.5、揮発分20.0%）、同「カラーブラックFW2」（pH2.5、揮発分16.5%）、同「カラーブラックFW2V」（pH2.5、揮発分16.5%）、キャボット社製「MONARCH1000」（pH2.5、揮発分9.5%）、キャボット社製「MONARCH1300」（pH2.5、揮発分9.5%）、キャボット社製「MONARCH1400」（pH2.5、揮発分9.0%）、同「MOGUL-L」（pH2.5、揮発分5.0%）、同「REGAL400R」（pH4.0、揮発分3.5%）等が挙げられる。

【0070】

前記pH5.0以下の酸化処理カーボンブラックは、一般的なカーボンブラックに比べ、前述したように表面に存在する酸素含有官能基の効果により、樹脂組成物中への分散性がよい。このため、表面層や基材中に、導電剤としてより多くのpH5.0以下の酸化処理カーボンブラックを添加することが可能である。この場合、半導電性ベルトに含まれるカーボンブラックの量が多くなるため、外周面の電気抵抗値の面内バラツキを抑えることができる等の酸化処理カーボンブラックを用いることの効果を最大限発揮することができる。

【0071】

本発明では、前記pH5.0以下の酸化処理カーボンブラックの含有量は10～30質量%の範囲内であることが好ましい。この場合には半導電性ベルト外周面の表面抵抗率の面内バラツキを抑制するなど、酸化処理カーボンブラックの効果が十分に発揮される。

前記pH5.0以下の酸化処理カーボンブラックが10質量%未満である場合には、外周面の電気抵抗の均一性が低下し、表面抵抗率の面内ムラや電界依存性が大きくなる場合がある。一方、前記pH5.0以下の酸化処理カーボンブラックの含有量が30質量%を超えると所望の抵抗値が得られ難くなる場合がある。

なお、pH5.0以下の酸化処理カーボンブラックの含有量は18～30質量%の範囲内であることがより好ましい。この場合、上記に説明したような表面抵抗率の面内ムラや電界依存性をより顕著に抑制することができる。

【0072】

(弾性材料)

中間層に用いられる弾性材料としては、この弾性材料単体での J I S A 硬度が 40 ~ 70° の範囲内であることが好ましく、これに加えてその体積抵抗率が $10^8 \Omega \text{cm} \sim 10^{13} \Omega \text{cm}$ の範囲内であることが好ましい。

このような材料としては、ポリウレタン、塩素化ポリイソプレン、NBR (アクリロニトリル-ブタジエン共重合ゴム)、クロロピレンゴム、EPDM (エチレン-プロピレン-ジエン共重合ゴム)、水素添加ポリブタジエン、ブチルゴム、シリコンゴム等を 1 種類、又は 2 種類以上をブレンドしてなる材料を用いることができる。これらの弾性材料に、必要に応じて、電子伝導性を付与する導電剤、イオン伝導性を付与する導電剤、あるいは、導電性ポリマー等を 1 種類又は 2 種類以上を組み合わせて添加することができる。

10

【0073】

電子伝導性系導電剤として、カーボンブラック、グラファイト、アルミニウム、ニッケル、銅合金などの金属または合金、酸化錫、酸化亜鉛、チタン酸カリウム、酸化錫-酸化インジウムまたは酸化錫-酸化アンチモン複合酸化物などの金属酸化物などを挙げることができる。また、イオン伝導性導電剤としては、スルホン酸塩やアンモニウム塩など、また、カチオン系、アニオン系、ノニオン系などの各種の界面活性剤が挙げられる。

【0074】

また、導電剤として導電性ポリマーを上記の弾性材料にブレンドすることもできる。導電性ポリマーとしては、例えば、カルボキシル基に 4 級アンモニウム塩基を結合する (メタ) アクリレートとの各種 (例えばスチレン) 共重合体、4 級アンモニウム塩基と結合するマレイミドとメタアクリレートとの共重合体等の 4 級アンモニウム塩基を結合するポリマー、ポリスルホン酸ナトリウムなどのスルホン酸のアルカリ金属塩を結合するポリマー、分子鎖中に少なくともアルキルオキシドの親水性ユニットを結合するポリマー、例えば、ポリエチレンオキシド、ポリエチレングリコール系ポリアミド共重合体、ポリエチレンオキド-エピクロロヒドリン共重合体ポリエーテルアミドイミド、ポリエーテルを主セグメントとするブロック型のポリマー、さらには、ポリアニリン、ポリチオフェン、ポリアセチレン、ポリピロール、ポリフェニレンビニレンなどをあげることができる。これらの導電性ポリマーを脱ドーブ状態、または、ドーブ状態で用いることができる。

20

【0075】

本発明の半導電性ベルトの作製に際しては、中間層に用いられる弾性材料の原材料 (ゴム生地) は、液状や糊状のものではなく、未加硫固形ゴムを含むシートが好ましく用いられる。なお、このようなシートを用いた本発明の半導電性ベルトの作製方法の詳細については後述する。

30

【0076】

(体積抵抗率)

— 表面層の体積抵抗率 —

既述したように中間転写体転写面を構成する層の体積抵抗率 ρ_v が低い ($\rho_v < 10^8 \Omega \text{cm}$) 場合、転写時のトナーの飛び散りが著しく発生し画質が低下してしまうことが知られている (例えば、特許文献 14 参照)。これは中間転写体転写面を構成する層の体積抵抗率が低すぎる場合、この中間転写体と当接する 1 次転写ロールによる転写電界と転写電流の作用で、転写面のトナー像が転写されなかった領域に転写電界が印加され易くなるために転写領域が広がり、その作用によってトナーが飛び散って転写されてしまうためであると考えられる。このような観点から、本発明の半導電性ベルトは、その表面層の体積抵抗率は、 $1 \times 10^9 \Omega \text{cm}$ 以上であることが好ましい。

40

【0077】

一方、現在実用化されている画像形成装置に用いられている中間転写体は、転写面を構成する層の体積抵抗率が $10^8 \Omega \text{cm}$ よりも大きい領域 ($10^8 \Omega \text{cm} \leq \rho_v < 10^{13} \Omega \text{cm}$) にある。このような画像形成装置は、中間転写体の半導電性により、転写面の帯電電荷が適当に減衰する。すなわち、中間転写体の転写面を構成する層の体積抵抗率の平均値は、帯電電荷が適当に減衰する範囲 (体積抵抗率が適切な範囲) に有るので、転写面を

50

除電する除電装置を用いなくとも連続して画像形成を行うことができる。

【0078】

このような観点からは、本発明の半導電性ベルトを中間転写ベルトとして除電装置の無い画像形成装置に取りつけて使用する場合、表面層の体積抵抗率の上限値は $1 \times 10^{13} \Omega \text{ cm}$ 未満であることが好ましい。

また、表面層の体積抵抗率を $1 \times 10^{13} \Omega \text{ cm}$ 以上としても、本発明の半導電性ベルトを中間転写ベルトとして使用することができる。この場合には、表面層の体積抵抗率は、 $5 \times 10^{13} \Omega \text{ cm}$ 以上であることが好ましく、 $1 \times 10^{14} \Omega \text{ cm}$ 以上であることがより好ましい。

表面層の体積抵抗率が $1 \times 10^{13} \Omega \text{ cm}$ より高い場合には、この半導電性ベルトを中間転写ベルトや用紙搬送ベルトとして、後述するような画像形成装置に用いた場合、1次転写での転写電界において半導電性ベルトの表面が帯電して、電荷の保持力が大きくなるため、トナー同士の静電的反発力や画像エッジ付近のフリンジ電界の力によって、画像の周囲にトナーが飛散してしまう（ブラー）問題が発生することが少なくなる。また、2次転写後にAC電圧印加などの除電機構も設けることにより、更に高品質な画質を安定して得ることができる。

【0079】

本発明の半導電性ベルトにおける中間層および基材の体積抵抗率は、 $1 \times 10^8 \sim 1 \times 10^{13} \Omega \text{ cm}$ の範囲内であることが好ましく、より好ましくは $1 \times 10^9 \sim 1 \times 10^{12} \Omega \text{ cm}$ の範囲内である。

中間層および基材の体積抵抗率が $1 \times 10^8 \sim 1 \times 10^{13} \Omega \text{ cm}$ 範囲内であれば、トナー同士の静電的反発力や画像エッジ付近のフリンジ電界の力によって、画像の周囲にトナーが飛散してしまう（ブラー）問題が発生することがより少なくなる。

【0080】

本発明の半導電性ベルトにおいて、体積抵抗率は、円形電極（例えば、三菱油化（株）製ハイレスターIPのHRプローブ）を用い、JIS K 6991に従って測定することができる。この体積抵抗率の測定方法を図を用いて以下に説明する。

図2は、半導電性ベルトの体積抵抗率の計測方法を一例を示す概略模式図であり、(a)は、円形電極の一例を示す概略平面図であり、(b)は、(a)に示す円形電極の概略断面図であり、符号1で示される部材は半導電性ベルトを表す。図2に示す円形電極は、第一電圧印加電極A'と第二電圧印加電極B'とを備える。第一電圧印加電極A'は、円柱状電極部C'と、円柱状電極部C'の外径よりも大きい内径を有し、且つ、円柱状電極部C'を一定の間隔で囲む円筒状のリング状電極部D'と、を備える。

【0081】

体積抵抗率の測定は、第一電圧印加電極A'の円柱状電極部C'及びリング状電極部D'と、第二電圧印加電極B'と、の間に半導電性ベルト1を挟持した状態で、第一電圧印加電極A'の円柱状電極部C'と第二電圧印加電極B'との間に電圧V(V)を印可したときに流れる電流I(A)を測定することにより行う。

この際、半導電性ベルト1の体積抵抗率 $\rho_v(\Omega \text{ cm})$ は、下記式(3)により算出することができる。ここで、下記式(3)中、tは、半導電性ベルト1の厚さ(mm)を示す

$$\cdot \text{式(3)} \quad \rho_v = 19.6 \times (V/I) \times t$$

【0082】

<表面層表面の摩擦係数>

表面層表面の摩擦係数は0.5以下であることが好ましく、0.2~0.4の範囲内であることがより好ましい。

摩擦係数が0.5を超えると、中間層が弾性を有するために、感光体等の半導電性ベルト外周面と接触する部材との間に応力が発生すると、この部材表面と外周面との間に発生するステックスリップによって外周面に微小な変形が生じる場合がある。この場合、本発明の半導電性ベルトを中間転写ベルトとして用いている場合には、細部の転写画質が悪くな

10

20

30

40

50

ることがある。

【0083】

摩擦係数は、図3に示すような静動摩擦係数計（摩擦係数測定器HEIDON-14、HEIDON社製）を用いて測定することができる。

図3は、表面層表面の静動摩擦係数計の測定方法を説明する概略模式図である。図3において、301は表面層を構成する材料からなるシート（膜）、302は固定台、303は鋼球、304は零点調整用天秤、305はロードセル、306は重りを表す。

【0084】

静動摩擦係数計は、固定台302と、この固定台302上に設けられた、零点調整用天秤304と、零点調整用天秤304から水平方向に伸びた重り台部分と、この重り台部分の下部取り付けられた支柱およびこの支柱の先端に取り付けられた鋼球（直径3mm）303と、零点調整用天秤304に接続されたロードセル305とから構成されている。なお、本発明において、摩擦係数の測定に際しては、鋼球303は直径3mmのものをを用い、重り306は100gの重りを用いた。

摩擦係数の測定は、固定台上に厚み20μmのシート（膜）301を固定し、次に重り306を重り台部分の上に乗せてシート301表面に鋼球303を接触させた状態で、鋼球303の移動速度0.1cm/秒、荷重100gの条件下で行なった。

【0085】

（表面層表面の表面微小硬度）

表面層表面の表面微小硬度は25以下であることが好ましく、20以下であることがより好ましく、15以下であることが更に好ましい。

表面層表面（半導電性ベルト外周面）の表面微小硬度が25を超える場合には、半導電性ベルトの外周面に感光体等の部材が接触した場合、この部材から外周面に加えられる押圧力を均一に分散することができなくなる場合がある。このため、例えば、本発明の半導電性ベルトを中間転写ベルトとして用い、この中間転写ベルトの外周面（転写面）がパイアスローラに接触する場合には、パイアスローラの押圧力によって転写面の変形が起こりにくい。このため、転写面に転写されていたトナー像のトナーに集中していた押圧力は分散されないためトナーが凝集することにより、ライン画像が中抜けするホロキリャクター等の画質欠陥が発生してしまう場合がある。

【0086】

本発明において、表面微小硬度は、圧子が試料にどれだけ侵入したかを測定する方法によって求められる。この表面微小硬度の測定方法について図面を用いて以下に説明する。

図4は、表面層の表面微小硬度の測定原理を示す模式断面図であり、図4中、10は表面層表面を、11は針状圧子を表し、矢印Lは、針状圧子11に加わる荷重を意味する。

表面微小硬度の測定に際しては、表面層表面10の最表面部分に所定形状の針状圧子11の先端を、荷重L（mN）を荷重0から所定荷重Pとなるまで押圧する。この時の針状圧子11の表面層10中への垂直方向の食い込み深さをD（μm）とした場合、表面微小硬度DHは下式（4）で表される。

$$\cdot \text{式(4)} \quad DH \equiv \alpha P / D^2$$

ここで、αは圧子形状による定数で、α=3.8584（使用圧子：三角錐圧子の場合）である。

【0087】

この表面微小硬度は、圧子を押し込んで行く過程の過重と押し込み深さから得られる硬さで、試料の塑性変形だけでなく、弾性変形をも含んだ状態での材料の強度特性を表すものである。なおかつ、その計測面積は微小であり、トナー粒径に近い範囲でより正確な硬度の測定が可能である。

【0088】

尚、上記に説明したような表面層の表面微小硬度は、具体的には下記の方法によって求めた。まず、測定試料として半導電性ベルトの外周面を構成する材料（表面層と中間層との積層材料）のシートを5mm角程度に切り、その小片を瞬間接着剤により中間層側の面を

10

20

30

40

50

接着面として硝子版に固定する。この試料の表面（すなわち、表面層表面）の表面微小硬度を超微小硬度計 D U H - 2 0 1 S（株式会社島津製作所製）を用いて測定する。測定条件は、以下の通りである。

- ・測定環境：23℃、55%RH
- ・使用圧子：三角錐圧子
- ・試験モード：3（軟質材料試験）
- ・試験荷重：0.70gf
- ・負荷速度：0.0145gf/sec
- ・保持時間：5sec

【0089】

上述のように、表面層の表面微小硬度を低く、かつ、表面層の体積抵抗率を高くした半導電性ベルトを中間転写ベルトとして画像形成装置に用いた場合、ライン画像が中抜けする（ホロキョラクター）、トナーが飛び散る（ブラー）などの画質欠陥が発生することがなく、高画質の転写画質を安定して得ることができる。

【0090】

（半導電性ベルトの厚み）

本発明の半導電性ベルトの厚みは、総厚みで0.05～0.5mmの範囲内であることが好ましく、0.05～0.2mmの範囲内であることがより好ましく、0.06～0.15mmの範囲内であることが更に好ましい。

総厚みが0.05mm未満の場合には、半導電性ベルトに加わるテンションによって、ベルト周方向の長さが増えるなどの問題が生じる場合がある。また、ベルトの厚みが0.5mmを超える場合には、ロール屈曲部での半導電性ベルト外周面の変形が大きくなるために外周面にクラックが発生したり、内周面に接して設けられる駆動系ロールに接している半導電性ベルトの屈曲部で、半導電性ベルト外周面の変形量が大きくなる。このため、例えば半導電性ベルトを中間転写ベルトとして用いた場合に、良好な画質が得られない場合がある。また、半導電性ベルトの外周面側と内周面側との変形量の差が大きくなる上に、局所的な繰り返し応力が加わるために半導電性ベルトが破断するなどの問題が生じる場合がある。

【0091】

また、表面層の厚みは、ベルト総厚みの5～30%の範囲内であることが好ましく、10～25%の範囲内であることがより好ましい。また、▲1▼弾性層の厚みは、表面層の厚みの1倍～5倍の厚みであることが好ましく、2倍～4倍であることがより好ましい。更に、▲2▼表面層と中間層との合計厚みは、総厚みに対して30～90%の範囲内であることが好ましく、40～80%の範囲内であることが好ましい。

【0092】

上記▲1▼および▲2▼項が同時に満たされる場合には、半導電性ベルト外周面が感光体等の他の部材と接触しても、この部材から外周面に加えられる押圧力が均一に分散される。このため、例えば、本発明の半導電性ベルトを中間転写ベルトとして用いてもライン画像が中抜けするホロキョラクター等の画質欠陥の発生を抑制することができる。

【0093】

以上に説明したように本発明の半導電性ベルトは（1）外周面の経時的な磨耗が少なく経時安定性に優れ、（2）外周面が柔軟でこの外周面に接触する部材表面と良好なニップが形成でき、（3）剛性が高く変形しにくく、さらに、（4）転写電圧による抵抗の変化が少なく、経時安定性に優れるという優れた特性を少なくとも有する。

【0094】

このような本発明の半導電性ベルトを中間転写体ベルトとして用いた場合には（1）画像を連続して形成しても安定した画質の画像を得ることができ、（2）色ずれの発生を防止し、（3）ホロキョラクターを防ぐことができる上に、（4）厚紙（300gsm）や薄紙（60gsm）などの走行性に優れた画像形成装置を提供することができる。

なお、用紙搬送ベルトは、記録用紙を像担持体と用紙搬送ベルトとの間に挿通させて、記

10

20

30

40

50

録用紙表面に像担持体表面に形成されたトナー像を直接転写する機能を有するものであるが、このような用紙搬送ベルトとして本発明の半導電性ベルトを用いた場合も中間転写体ベルトとして本発明の半導電性ベルトを用いた場合と同様の効果を得ることができる。以上に説明したような本発明の半導電性ベルトは、電子写真複写機やレーザープリンタ等の画像形成装置に用いる中間転写ベルトや用紙搬送ベルトに好適に用いることができるが、必要に応じてこれ以外の用途にも利用可能である。

【0095】

＜＜半導電性ベルトの製造方法＞＞

以上に説明したような本発明の半導電性ベルトの製造方法は特に限定されず、例えば、従来公知の方法により作製することができる。従来公知の方法としては具体的には以下の2つの製法が代表的に挙げられよう。

例えば、▲1▼シート状の基材の片面（半導電性ベルトとした時の外周面となる側）に中間層を構成する材料を含む溶液を塗布して塗膜を形成し、▲2▼この塗膜を加熱することにより硬化させて中間層を形成し、▲3▼さらに、この表面に表面層を構成する材料をスプレー塗布し焼成することにより表面層を形成することにより半導電性ベルトを作製することができる（以下、「第1の製法」と略す）。なお、上記▲2▼項および▲3▼項の加熱・焼成は同時に行なうこともできる。

【0096】

あるいは、▲4▼シート状の基材の片面（半導電性ベルトとした時の外周面となる側）に、接着剤を用いて加硫剤を含む未加硫状態のゴム材料を含むシートを接着・積層し、▲5▼このシートを加熱することによりゴム成分を加硫させて中間層を形成した後、▲6▼さらに、この表面に表面層を構成する材料をスプレー塗布し、焼成することにより形成することができる（以下、「第2の製法」と略す）。なお、上記▲5▼項および▲6▼項の加熱・焼成は同時に行なうこともできる。また、中間層を形成後に、中間層の膜厚ムラを小さくするために、中間層の表面を研磨することもできる。

【0097】

しかしながら、第1の製法では、中間層が塗布法により形成される為に、膜厚が厚く且つ均一な中間層を形成することが困難な場合がある。

従って、第1の製法により、中間層を薄くした半導電性ベルトを作製した場合には、中間層が薄すぎるために半導電性ベルトの外周面が硬くなり、外周面と接触する部材に対する密着性が悪くなる場合がある。あるいは、中間層を厚くした半導電性ベルトを作製した場合には、中間層の膜厚が不均一となるために半導電性ベルトの外周面に凹凸が発生し、外周面と接触する部材に対して密着性が悪くなる場合がある。

【0098】

また、第2の製法では、中間層の膜厚ムラが発生しやすく、上記の第1の製法と同様の問題が発生してしまう場合がある。これに対応して上述したように、中間層形成後にその表面を研磨することもできるが、中間層は弾性を有するために、研磨が難しく、また研磨後によりある程度までは膜厚ムラを解消することもできるが、膜厚ムラを十分に抑制することは困難である場合が多い。これに加えて、接着剤が必要であり、場合によっては上記したような中間層表面の研磨が必要な場合があるため、半導電性ベルトの作製工程が複雑で、作製される半導電性ベルトのコストも高くなってしまう傾向にある。

【0099】

勿論、これらの製法が、本発明の半導電性ベルトの作製に全く使用できないというのではなく、これらの製法の各工程の製造条件を最適化したり、半導電性ベルトの作製に用いる材料を吟味すること等によって本発明の半導電性ベルトを作製することは可能である。しかしながら、本発明者は、上記のような問題点を解決し、より低コストで、中間層の膜厚ムラをより抑制できる半導電性ベルトの製法について鋭意検討したところ以下のような製法が好適であることを見出した。

【0100】

すなわち、本発明の半導電性ベルトの製造方法は、加硫剤を含む未加硫固形ゴムを含む弾

10

20

30

40

50

性体シートの少なくとも片面に、シート状の基材およびシート状の表面層から選択されるいずれか一方のシートを積層することにより積層体を形成する積層体形成工程と、前記積層体を加熱・加圧することにより、前記未加硫固形ゴムの加硫と、前記弾性体シートと前記シートとの界面の接着とを行なう一体成形工程と、を少なくとも含むものであることが好ましい（以下、「本発明の製法」と略す場合がある）。なお、積層体は、より好ましくは、シート状の基材、弾性体シート、および、シート状の表面層がこの順に積層されたものであることが好ましい。

【0101】

本発明の製法によれば、接着剤を用いずとも表面層／中間層界面、および／または、中間層／基材界面を、中間層形成時の加硫反応を利用して強固に接着することができ、また、表面層および中間層、あるいは、基材および中間層、の2層ないし、表面層、中間層および基材の3層を一度に一体成形することができるため、半導電性ベルトの作製工程を簡易化できる。

さらに、中間層の形成に際しては、接着剤を用いずに予めシート状に形成された弾性体シートを用いるために膜厚ムラの発生を容易に抑制できる。このため、本発明の製法では、第1の製法のように、中間層の膜厚を厚くすることが膜厚ムラの点から困難であるという製法上の制限が無く、また、第2の製法のように、中間層の表面を研磨するというコストアップ要因となるような工程が不要である。特にシート状の基材、弾性体シート、シート状の表面層を一体成形する場合においてこのような効果はより顕著である。

【0102】

なお、本発明の半導電性ベルトの形状は、無端状であるので、本発明の製法において用いるシート状の基材、弾性体シート、シート状の表面層が端部を有する場合には、これらのシートの端部を接着剤等を介して接着する必要がある。

また、本発明の製法において用いるシート状の基材、弾性体シート、シート状の表面層として無端状のものを用いれば、シームレス（継ぎ目の無い）本発明の半導電性ベルトを得ることができる。

【0103】

本発明の半導電性ベルトがシームレスである場合には、継ぎ目がないために半導電性ベルト周方向の厚さ変化がない。このため、このようなシームレスの半導電性ベルトを画像形成装置に取りつけた場合には、任意な部分を回転の開始位置とすることができるため、回転開始位置の制御機構を省略できる等の利点がある。

【0104】

本発明の製法に用いるシート状の基材及びシート状の表面層の形成は、特に限定されないが、例えば、前述の全芳香族骨格を有するテトラカルボン酸二無水物とジアミン成分とを重合反応することにより得られた、ポリアミド酸溶液を適宜な方式で展開して塗膜とし、その塗膜を乾燥させてシート状に成形し、その成形物を加熱処理してポリアミド酸をイミドに転化する方法などにより行うことができる。

【0105】

本発明の製法に用いる弾性体シートは、これを構成する材料をカレンダーロール等で精度良くシート状に分出して形成することができる。具体的にはオープンロールなどの混練装置を用いて混練りした加硫剤を含む未加硫固形ゴムをカレンダーロール等で、シート状に形成することができる。

なお、未加硫固形ゴムとしては、既述したような弾性材料（ゴム材料）の未加硫状態のものが利用でき、加硫剤としては、未加硫固形ゴムの加硫を促進するものであれば特に限定されないが、中間層の形成に用いる未加硫固形ゴムに応じて公知の加硫剤を適宜利用することができる。

【0106】

なお、本発明の製法により、シームレスな半導電性ベルトを作製する場合には、例えば、（1）積層体形成工程において、積層体を、第1の円筒状金型の外周面に無端シート状の基材と、加硫剤を含む未加硫固形ゴムを含む無端状の弾性体シートと、無端シート状の表

10

20

30

40

50

面層とを、この順に積層することにより形成し、(2)次に、積層体の外周面に第2の円筒状金型を、積層体の外周面に第2の円筒状金型の内周面が密着するように配置し、(3)その後に、一体成形工程が、第2の円筒状金型の外周面側から圧力を加えることにより積層体を加圧しつつ加熱するという3つの工程を少なくとも経ることにシームレスな半導電性ベルトを作製することができる。なお、上記(1)～(3)項に説明したプロセスは積層体が3層構成の場合であるが、勿論、弾性体シートを含む2層構成の場合についても同様に適用できる。

【0107】

なお、本発明の製法において、弾性体シートの片面のみに、シート状の基材あるいはシート状の表面層を積層することにより2層構成の積層体を形成し、これを一体成形する場合には、残りのもう一層(基材あるいは表面層)がシート状である場合には接着剤を介して接着する工程を経て本発明の半導電性ベルトを作製することができる。

10

あるいは、2層構成の積層体を一体成形して得られたシートに、残りのもう一層をスプレー塗布等によって直接形成する工程を経て本発明の半導電性ベルトを作製することもできる。

【0108】

<<画像形成装置>>

本発明の画像形成装置は、中間転写体や用紙搬送体等として本発明の半導電性ベルトが利用でき、トナーを用いて画像を形成できる画像形成装置であれば、特に限定されるものではない。例えば、現像装置内に単色のトナーのみを収容する通常のモノカラーの画像形成装置や、感光体ドラム等の像担持体上に担持されたトナー像を中間転写体に順次一次転写を繰り返すカラー画像形成装置、各色毎の現像器を備えた複数の像担持体を中間転写体上に直列に配置したタンデム型カラー画像形成装置等のいずれでもよい。

20

【0109】

しかしながら、本発明の画像形成装置は、少なくとも中間転写ベルトを備え、この中間転写ベルトが本発明の半導電性ベルトからなることが好ましい。また、本発明の画像形成装置は、少なくとも用紙搬送ベルトを備え、この用紙搬送ベルトが本発明の半導電性ベルトからなることが好ましい。更に、本発明の画像形成装置は、この画像形成装置内に設けられる本発明の半導電性ベルト外周面を除電することが可能な除電手段(除電装置)を必要に応じて備えていることが好ましい。

30

【0110】

一例として、本発明の半導電性ベルトを中間転写ベルトとして用いた、順次一次転写を繰り返すカラー画像形成装置の概略図を図5に示す。

図5は本発明の画像形成装置の一例を示す概略横断図である。図5において、画像形成装置は、像担持体としての感光体ドラム21、中間転写体としての中間転写ベルト22、転写電極であるバイアスローラ23(第二転写手段)、転写媒体である記録紙を供給する用紙トレイ24、Bk(ブラック)トナーによる現像器25、Y(イエロー)トナーによる現像器26、M(マゼンタ)トナーによる現像器27、C(シアン)トナーによる現像器28、中間転写体クリーナー29、剥離爪33、ベルトローラ41、43及び44、バックアップローラ42、導電性ローラ45(第一転写手段)、電極ローラ46、クリーニングブレード51、記録紙61、ピックアップローラ62、並びにフィードローラ63を有してなる。なお、図5中に示す画像形成装置において、本発明の半導電性ベルトは中間転写ベルト22として用いられる。

40

【0111】

次に、図5に示す画像形成装置の構成について説明する。感光体ドラム21の周囲には、これに近接し矢印A方向に沿って、ブラック現像器25、イエロー現像器26、マゼンタ現像器27、シアン現像器28が順次配置されている。また、感光体ドラム21に対して、これら4色の現像器が配置された側と反対側に、中間転写ベルト22を挟んで導電性ローラ45が、感光体ドラム21と圧接するように配置されている。

【0112】

50

中間転写ベルト 22 は、その内周面に接して矢印 B 方向に順次配置された導電性ローラ 45、ベルトローラ 41、ベルトローラ 43、バックアップローラ 42、ベルトローラ 44 により張架されており、中間転写ベルト 22 を挟んで、ベルトローラ 44 の反対側には中間転写体クリーナ 29 が配置されている。また、中間転写ベルト 22 の、バックアップローラ 42 とベルトローラ 44 とにより張架された部分の外周面に接触するように剥離爪 33 が配置されている。

【0113】

バックアップローラ 42 は、中間転写ベルト 22 を介して、バイアスローラ 23 と圧接しており、用紙 61 が、バックアップローラ 42（に押圧された中間転写ベルト 22）とバイアスローラ 23 との間を挿通可能である。バイアスローラ 23 の周囲には、この表面に接触するようにクリーニングブレード 51 が設けられている。また、バックアップローラ 42 のバイアスローラ 23 が配置された側のほぼ反対側に、バックアップローラ 42 と接して電極ローラ 46 が配置されている。

10

【0114】

バックアップローラ 42 とバイアスローラ 23 との間を用紙 41 が通過する方向には、一対のお互いに接触したフィードローラ 63 が配置され、2つのフィードローラ 63 の間を用紙 41 が挿通可能である。また、一対のフィードローラ 63 の、バックアップローラ 42 およびバイアスローラ 43 が設けられた側の反対側には、用紙 61 をストックした用紙トレイ 24 と、用紙トレイ 24 から用紙 61 を一対のフィードローラ 63 の接触部に供給するピックアップローラが配置されている。

20

【0115】

次に、図 5 に示す画像形成装置を用いた画像形成について説明する。まず、感光体ドラム 21 は矢印 A 方向に回転し、図示しない帯電装置でその表面が一様に帯電される。帯電された感光体ドラム 21 にレーザー書き込み装置等の画像書き込み手段により第一色（例えば、Bk）の静電潜像が形成される。この静電潜像はブラック現像器 25 によってトナー現像されて可視化されたトナー像 T が形成される。トナー像 T は、感光体ドラム 21 の回転で導電性ローラ 45（第一転写手段）が配置された一次転写部に到り、導電性ローラ 45 からトナー像 T に逆極性の電界を作用させることにより、前記トナー像 T は、静電的に中間転写ベルト 22 に吸着されつつ中間転写ベルト 22 の矢印 B 方向の回転で一次転写される。

30

【0116】

以下、同様にして第 2 色のトナー像、第 3 色のトナー像、第 4 色のトナー像が順次形成され、中間転写ベルト 22 において重ね合わされ、多重トナー像が形成される。

中間転写ベルト 22 に転写された多重トナー像は、中間転写ベルト 22 の回転でバイアスローラ 23（第二転写手段）が設置された二次転写部に到る。二次転写部は、中間転写ベルト 22 のトナー像が担持された表面側に設置されたバイアスローラ 23 と該中間転写ベルト 22 の裏側からバイアスローラ 23 に対向するように配置されたバックアップローラ 42 及びこのバックアップローラ 42 に圧接して回転する電極ローラ 46 から構成される。

【0117】

記録紙 61 は、用紙トレイ 24 に収容された記録紙束からピックアップローラ 62 で一枚ずつ取り出され、フィードローラ 63 で二次転写部の中間転写ベルト 22 とバイアスローラ 23 との間に所定のタイミングで給送される。給送された記録紙 61 は、バイアスローラ 23 及びバックアップローラ 42 による圧接搬送と中間転写ベルト 22 の回転により、該中間転写ベルト 22 に担持されたトナー像が転写される。

40

【0118】

トナー像が転写された記録紙 61 は、最終トナー像の一次転写終了まで退避位置にある剥離爪 33 を作動させることにより中間転写ベルト 22 から剥離され、図示しない定着装置に搬送され、加圧／加熱処理でトナー像を定着して画像を形成する。尚、多重トナー像の記録紙 61 への転写の終了した中間転写ベルト 22 は、二次転写部の下流に設けた中間転写体クリーナ 29 で残留トナーの除去が行われて次の転写に備える。また、バイアスローラ

50

23は、ポリウレタン等からなるクリーニングブレード51が常時当接するように取り付けられており、転写で付着したトナー粒子や紙紛等の異物が除去される。

【0119】

単色画像の転写の場合、一次転写されたトナー像Tを直ちに二次転写して定着装置に搬送するが、複数色の重ね合わせによる多色画像の転写の場合、各色のトナー像が一次転写部で正確に一致するように中間転写ベルト22と感光体ドラム21との回転を同期させて各色のトナー像がずれないようにする。前記二次転写部では、バイアスローラ23と中間転写ベルト22を介して対向配置したバックアップローラ42に圧接した電極ローラ46に、トナー像の極性と同極性の出圧（転写電圧）を印加することで、該トナー像を記録紙61に静電反発で転写する。また、中間転写ベルト22の電荷は、除電ロール（除電手段）50により除電される。除電ロール50としては、体積抵抗を $10^5 \sim 10^{10} \Omega$ に調整してなる導電剤を分散して弾性ロール（例えば、カーボンブラック分散のエピクロルヒドリノゴムロールなど）を用いることができる。

以上に説明した図5に示す本発明の画像形成装置は、中間転写ベルト22として本発明の半導電性ベルトを用いているために、画像を連続して形成しても安定した画質の画像を得ることができ、色ずれやホロキャラクターを防ぐことができる。

【0120】

次に、本発明の半導電性ベルトからなる中間転写ベルトを備え、各色毎の現像器を備えた複数の像担持体をこの中間転写体上に直列に配置したタンデム型のカラー画像形成装置について図面を用いて説明する。

図6は本発明の画像形成装置の他の例を示す概略模試図である。図6に示す画像形成装置は、4つのトナーカートリッジ71、1対の定着ロール72、バックアップロール73、テンションロール74、2次転写ロール75、用紙経路76、用紙トレイ77、レーザー発生装置78、4つの感光体79、4つの1次転写ロール80、駆動ロール81、転写クリナー82、4つの帯電ロール83、感光体クリーナー84、現像器85、中間転写ベルト86、除電ロール88等を主用な構成部材として含んでなる。なお、図6に示す画像形成装置において、本発明の半導電性ベルトは中間転写ベルト86として用いられる。

【0121】

次に、図6に示す画像形成装置の構成について順次説明する。まず、感光体79の周囲には、反時計回りに帯電ロール83、現像器85、中間転写ベルト86を介して配置された1次転写ロール80、感光体クリーナー84が配置され、これら1組の部材が、1つの色に対応した現像ユニットを形成している。また、この現像ユニット毎に、現像器85に現像剤を補充するトナーカートリッジ71がそれぞれ設けられており、各現像ユニットの感光体79に対して、帯電ロール83と現像器85との間の感光体79表面に画像情報に応じたレーザー光を照射することができるレーザー発生装置78が設けられている。

【0122】

4つの色（例えば、シアン、マゼンタ、イエロー、ブラック）に対応した4つの現像ユニットは、画像形成装置内においてほぼ水平方向に直列に配置されており、4つの現像ユニットの感光体79と1次転写ロール80とのニップ部を挿通するように中間転写ベルト86が設けられている。中間転写ベルト86は、その内周側に以下の順序で反時計回りに設けられた、バックアップロール73、テンションロール74、および駆動ロール81により張架されている。なお、4つの1次転写ロールはバックアップロール73とテンションロール74との間に位置する。また、中間転写ベルト86を介して駆動ロール81の反対側には中間転写ベルト86の外周面をクリーニングする転写クリナー82が駆動ロール81に対して圧接するように設けられている。

【0123】

また、中間転写ベルト86を介してバックアップロール73の反対側には用紙トレイ77から用紙経路76を経由して搬送される記録用紙の表面に、中間転写ベルト86の外周面に形成されたトナー像を転写するための2次転写ロール75が、バックアップロール73に対して圧接するように設けられている。バックアップロール73と駆動ロール81との

間の中間転写ベルト 86 の外周面には、この外周面を除電するための除電ロール 88 が設けられている。

【0124】

また、画像形成装置の底部には記録用紙をストックする用紙トレイ 77 が設けられ、用紙トレイ 77 から用紙経路 76 を経由して 2 次転写部を構成するバックアップロール 73 と 2 次転写ロール 75 との圧接部を通過するように供給することができる。この圧接部を通過した記録用紙はさらに 1 対の定着ロール 72 の圧接部を挿通するように不図示の搬送手段により搬送可能であり、最終的に画像形成装置外へと排出することができる。

【0125】

次に、図 6 の画像形成装置を用いた画像形成方法について説明する。トナー像の形成は各現像ユニット毎に行なわれ、帯電ロール 83 により反時計方向に回転する感光体 79 表面を一様に帯電した後に、レーザー発生装置 78 (露光装置) により帯電された感光体 79 表面に潜像を形成し、次に、この潜像を現像器 85 から供給される現像剤により現像してトナー像を形成し、1 次転写ロール 80 と感光体 79 との圧接部に運ばれたトナー像を矢印 A 方向に回転する中間転写ベルト 86 の外周面に転写する。なお、トナー像を転写した後の感光体 79 は、その表面がに付着したトナーやゴミ等が感光体クリーナー 84 によりクリーニングされ、次のトナー像の形成に備える。

【0126】

各色の現像ユニット毎に現像されたトナー像は、画像情報に対応するように中間転写体 86 の外周面上に順次重ね合わされた状態で、2 次転写部に運ばれ 2 次転写ロール 75 により、用紙トレイ 77 から用紙経路 76 を経由して搬送されてきた記録用紙表面に転写される。トナー像が転写された記録用紙は、更に定着部を構成する 1 対の定着ロール 72 の圧接部を通過する際に加圧加熱されることにより定着され、記録媒体表面に画像が形成された後、画像形成装置外へと排出される。

【0127】

2 次転写部を通過した中間転写ベルトは、矢印 A 方向に更に進み除電ロール 88 により外周面が除電された後、さらに、転写クリーナー 82 により外周面がクリーニングされた後に次のトナー像の転写に備える。

【0128】

以上に説明した図 6 に示す本発明の画像形成装置は、中間転写ベルト 86 として本発明の半導電性ベルトを用いているために、画像を連続して形成しても安定した画質の画像を得ることができ、色ずれやホロキャラクターを防ぐことができる。

【0129】

以上、本発明の半導電性ベルトを中間転写ベルトとして用いた画像形成装置について説明したが、本発明の半導電性ベルトを用紙搬送ベルトとして用いた画像形成装置においても同様の効果が得られる。

【0130】

更に、本発明の半導電性ベルトを、画像形成装置内の中間転写ベルトや用紙搬送ベルトとしてとして組み込んで利用する場合には、トナーとして球形トナーを用いることが好ましい。トナーとして球形トナーを用いることにより、画質欠陥 (ホロキャラクター、ブラー、色ずれ) のより抑制された高品質の転写画質を得ることができる。

【0131】

ただし、本発明において球形トナーとは、その形状係数 ($ML2/A$) が、100~140 の範囲内であることを意味する。この形状係数としては、100~130 の範囲内であることが好ましく、100~120 の範囲内であることがより好ましい。この平均形状係数 ($ML2/A$) が 140 より大きくなると転写効率が低下してしまい、形成された画像の画質の低下が目視で確認できてしまう。

なお、前記形状係数 ($ML2/A$) とは、下式 (1) で規定される係数である。

・式 (1)

$$(ML2/A) = (\text{トナー粒子の絶対最大長})^2 / (\text{トナー粒子の投影面積}) \times (\pi/4)$$

10

20

30

40

50

) × 100

なお、トナー粒子の絶対最大長、および、トナー粒子の投影面積の測定は、ルーゼックス画像解析装置（株式会社ニレコ製、FT）を用いてスライドガラス上に散布したトナーの光学顕微鏡像をビデオカメラを通じてルーゼックス画像解析装置に取り込み、画像処理することにより実施した。

【0132】

球形トナーは、少なくとも結着樹脂と着色剤を含有してなる。この球形トナーの平均粒子径は2～12 μmの範囲内であることが好ましく、より好ましくは3～9 μmの範囲内である。

【0133】

結着樹脂としては、スチレン、クロロスチレン等のスチレン類、エチレン、プロピレン、ブチレン、イソプレン等のモノオレフィン類、酢酸ビニル、プロピオン酸ビニル、安息香酸ビニル、酪酸ビニル等のビニルエステル類、アクリル酸メチル、アクリル酸エチル、アクリル酸ブチル、アクリル酸ドデシル、アクリル酸オクチル、アクリル酸フェニル、メタクリル酸メチル、メタクリル酸エチル、メタクリル酸ブチル、メタクリル酸ドデシル等のα-メチレン脂肪族モノカルボン酸エステル類、ビニルメチルエーテル、ビニルエチルエーテル、ビニルブチルエーテル等のビニルエーテル類、ビニルメチルケトン、ビニルヘキシルケトン、ビニルイソプロピルケトン等のビニルケトン類等の単独重合体および共重合体を例示することができ、特に代表的な結着樹脂としては、ポリスチレン、スチレン-アクリル酸アルキル共重合体、スチレン-メタクリル酸アルキル共重合体、スチレン-アクリロニトリル共重合体、スチレン-ブタジエン共重合体、スチレン-無水マレイン酸共重合体、ポリエチレン、ポリプロピレン等が挙げられる。さらに、ポリエステル、ポリウレタン、エポキシ樹脂、シリコーン樹脂、ポリアミド、変性ロジン、パラフィンワックス等も挙げられる。

【0134】

着色剤としては、マグネタイト、フェライト等の磁性粉、カーボンブラック、アニリンブルー、カルコイルブルー、クロムイエロー、ウルトラマリンプール、デュボンオイルレッド、キノリンイエロー、メチレンブルークロリド、フタロシアニンブルー、マラカイトグリーンオキサレート、ランプブラック、ローズベンガル、C. I. ピグメント・レッド48：1、C. I. ピグメント・レッド122、C. I. ピグメント・レッド57：1、C. I. ピグメント・イエロー97、C. I. ピグメント・イエロー17、C. I. ピグメント・ブルー15：1、C. I. ピグメント・ブルー15：3等を代表的なものとして挙げられる。

【0135】

球形トナーには、帯電制御剤、離型剤、他の無機微粒子等の公知の添加剤を内添加処理や外添加処理してもよい。離型剤としては低分子ポリエチレン、低分子ポリプロピレン、フィッシュアトロプッシュワックス、モンタンワックス、カルナバワックス、ライスワックス、キャンデリラワックス等を代表的なものとして挙げられる。

【0136】

帯電制御剤としては、公知のものを使用することができるが、アゾ系金属錯化合物、サリチル酸の金属錯化合物、極性基を含有するレジンタイプの帯電制御剤を用いることができる。湿式製法でトナーを製造する場合、イオン強度の制御と廃水汚染の低減の点で水に溶解しにくい素材を使用するのが好ましい。

【0137】

他の無機微粒子としては、粉体流動性、帯電制御等の目的で、平均1次粒径が40 nm以下の小径無機微粒子を用い、更に必要に応じて、付着力低減の為、それより大径の無機あるいは有機微粒子を併用してもよい。これらの他の無機微粒子は公知のものを使用できる。例えば、シリカ、アルミナ、チタニア、メタチタン酸、酸化亜鉛、ジルコニア、マグネシア、炭酸カルシウム、炭酸マグネシウム、リン酸カルシウム、酸化セリウム、チタン酸ストロンチウム等が挙げられる。また、小径無機微粒子については表面処理することによ

10

20

30

40

50

り、分散性が高くなり、粉体流動性をあげる効果が大きくなるため有効である。

【0138】

球形トナーは、特に製造方法により限定されるものではなく、公知の方法により得ることができる。具体的には、例えば結着樹脂及び着色剤と、必要に応じて離型剤及び帯電制御剤等を混練、粉碎、分級する混練粉碎法、混練粉碎法にて得られた粒子を機械的衝撃力または熱エネルギーにて形状を変化させる方法、結着樹脂の重合性単量体を乳化重合させ、形成された分散液と、着色剤、必要に応じて離型剤及び帯電制御剤等の分散液とを混合し、凝集、加熱融着させ、球形トナーを得る乳化重合凝集法、結着樹脂を得るための重合性単量体と、着色剤、必要に応じて離型剤、帯電制御剤等の溶液を水系溶媒に懸濁させて重合する懸濁重合法、結着樹脂及び着色剤と必要に応じて離型剤及び帯電制御剤等の溶液を水系溶媒に懸濁させて造粒する溶解懸濁法等が挙げられる。また上記方法で得られた球形トナーをコアにして、さらに凝集粒子を付着、加熱融合してコアシェル構造をもたせる製造方法を行ってもよい。外添剤を添加する場合、球形トナー及び外添剤をヘンシェルミキサーあるいはVブレンダー等で混合することによって製造することができる。また、球形トナーを湿式にて製造する場合は、湿式にて外添することも可能である。

10

【0139】

【実施例】

以下に、本発明の実施例を説明するが、本発明はこれらの実施例に何ら限定されるものではない。

<実施例1>

20

(ポリアミド酸溶液(A)の調製)

テトラカルボン酸二無水物として、3, 3', 4, 4'-ビフェニルテトラカルボン酸二無水物(BPDA)と、ピロメリット酸2無水物(PMDA)とを2:1の比率で組み合わせさせた成分と、ジアミン成分として、4, 4'-ジアミノジフェニルエーテル(DDI)とを同モルで添加してなるポリアミド酸のN-メチル-2ピロリドン(NMP)溶液(固形分20質量%)を溶液を調整した。

【0140】

次に、この溶液のポリイミド系樹脂を形成可能な原料の固形分100質量部に対して、乾燥した酸化処理カーボンブラック(SPECIAL BLACK 4 (Degussa社製、pH3.0、揮発分:14.0%))を5質量部添加して、衝突型分散機(シーナス製Geanus PY)を用い、圧力200MPaで、最小面積が1.4mm²で2分割後衝突させ、再度2分割する経路を5回通過させて、混合して、表面層用のカーボンブラック入りポリアミド酸溶液(A)を得た。

30

【0141】

(表面層材料の形成)

カーボンブラック入りポリアミド酸溶液(A)を円筒状金型内面に、ディスペンサーを介して塗膜の厚みが0.25mmとなるように塗布し、金型を1500rpmで15分間回転させて均一な厚みを有する塗膜を形成した後、金型を250rpmで回転させながら、金型の外側より60℃の熱風を30分間あてた後、150℃で60分間加熱し、室温にまで冷却して皮膜を形成した。

40

その後、金型の内面に形成された皮膜を剥離して、この皮膜を金属芯体の外周を覆うように被覆して、360℃まで2℃/分の昇温速度で昇温し、更に360℃で30分加熱し、皮膜に残留する溶媒および脱水閉環水を除去すると共に、イミド転化反応を完結させた。その後金属芯体を室温にまで冷却した後に、金属芯体表面に形成されたポリイミドフィルムを剥離することにより、厚みが0.05mmの無端シート状の表面層を得た。

【0142】

(ポリアミド酸溶液(B)の調製)

3, 3', 4, 4'-ビフェニルテトラカルボン酸二無水物(BPDA)とp-フェニレンジアミン(PDA)とからなるポリアミド酸のN-メチル-2ピロリドン(NMP)溶液(宇部興産製ユーニスS(固形分20質量%))に、この溶液中のポリイミド系樹脂を

50

形成することが可能な原料の固形分100質量部に対して、乾燥した酸化処理カーボンブラック（SPECIAL BLACK 4（Degussa社製、pH3.0、揮発分：14.0%）を23質量部になるよう添加して、衝突型分散機（シーナス製GeanusPY）を用い、圧力200MPaで、最小面積が1.4mm²で2分割後衝突させ、再度2分割する経路を5回通過させて、混合して、基材用のカーボンブラック入りポリアミド酸溶液（B）を得た。

【0143】

（基材の形成）

カーボンブラック入りポリアミド酸溶液（B）を円筒状金型内面に、ディスペンサーを介して塗膜の厚みが0.5mmとなるように塗布し、金型を1500rpmで15分間回転させて均一な厚みを有する塗膜を形成した後、金型を250rpmで回転させながら、金型の外側より60℃の熱風を30分間あてた後、150℃で60分間加熱し、室温にまで冷却して皮膜を形成した。

その後、金型の内面に形成された皮膜を剥離して、この皮膜を金属芯体の外周を覆うように被覆して400℃まで2℃/分の昇温速度で昇温し、更に400℃で30分加熱し、皮膜に残留する溶媒および脱水閉環水を除去すると共に、イミド転化反応を完結させた。その後金属芯体を室温にまで冷却した後に、金属芯体表面に形成されたポリイミドフィルムを剥離することにより、厚みが0.08mmの無端シート状の基材を得た。

【0144】

（中間層の形成）

NBRとEPDMとを重量比で4：6にブレンドしたゴム材料（NE40；日本合成ゴム（株）製）100質量部に対して、アセチレンブラック（電気化学（株）製：粒状アセチレンブラック）7質量部およびサーマルブラック（旭カーボン（株）製：アサヒサーマルFT）20質量部、硫黄（鶴見化学工業社製 200メッシュ）1質量部、加硫促進剤（大内新興化学工業社製 ノクセラーM）1.5質量部の割合で配合して、3本ロールで混練した。上記混練物をカレンダーロールにてシーティングシート状に加工して、厚さ0.2mmの加硫剤を含む未加硫固形ゴムを含む無端状の弾性体シートを得た。

なお、この弾性体シートを下記の半導電性ベルトの作製条件と同様に処理して得られたサンプル（半導電性ベルトとして作製された際の中間層に相当するサンプル）のJIS A硬度は70°であった。

【0145】

（半導電性ベルトの作製）

第1の円筒形状金型の外周面に上記の無端シート状の基材、無端状の弾性体シート、および、無端シート状の表面層をこの順に被覆して積層体を形成した後、この積層体の表面を、その内周面と密着するように第2の円筒形状金型で被覆した。その後、2つの金型に挟まれた積層体を、第2の円筒形状金型を介して温度150℃、圧力5.5kg/cm²で加圧しながら60分間加熱することにより、未加硫固形ゴムを加硫させると共に3つのシートの界面を接着することにより半導電性ベルトを作製した。得られた半導電性ベルトの各層の厚みは、表面層0.05mm、中間層0.2mm、基材0.08mmであった。

【0146】

<実施例2>

実施例1において、シート状の基材の作製に用いた「ポリアミド酸溶液（B）の調製」に用いたp-フェニレンジアミン（PDA）を、p-フェニレンジアミン（PDA）と4,4'-ジアミノジフェニルエーテル（DDE）とのモル比率がPDA/DDE=8：2であるジアミン成分に変更した以外は、ポリアミド酸溶液（B）の調製と同様にして、ポリアミド酸溶液（C）を調製した。

このポリアミド酸溶液（C）をポリアミド酸溶液（B）の代わりに用いてシート状の基材を形成し、また、中間層として、実施例1と同じ原材料を用いて、中間層のJIS A硬度が50°となるように作製し、その厚みを0.2mmとした以外は、実施例1と同じ方法にて、半導電性ベルト作製した。この半導電性ベルトの各層の厚みは、表面層0.05

10

20

30

40

50

mm、中間層0.2mm、基材0.08mmであった。

【0147】

<実施例3>

実施例1において、「ポリアミド酸溶液(A)の調製」に用いた3,3',4,4'-ビフェニルテトラカルボン酸二無水物(BPDA)を、3,3',4,4'-ビフェニルテトラカルボン酸二無水物(BPDA)とピロメリット酸2無水物(PMDA)とを1:1の比率で組み合わせたテトラカルボン酸二無水物に変更し、更に酸化処理カーボンブラック(SPECIAL BLACK 4)の添加量を3質量部(ポリイミド系樹脂固形分100質量部に対して)に変更してポリアミド酸溶液(D)を調製した。

このポリアミド酸溶液(D)を、ポリアミド酸溶液(A)の代わりに用い、また、中間層として、実施例1と同じ原材料を用いて、中間層のJIS A硬度が40°となるように作製し、その厚みを0.1mmとした以外は、実施例1と同じ方法にて、半導電性ベルトを得た。この半導電性ベルトの各層の厚みは、表面層0.04mm、中間層0.1mm、基材0.08mmであった。

10

【0148】

<実施例4>

実施例1において、「ポリアミド酸溶液(A)の調製」に用いた3,3',4,4'-ビフェニルテトラカルボン酸二無水物(BPDA)を、3,3',4,4'-ビフェニルテトラカルボン酸二無水物(BPDA)と、ピロメリット酸2無水物(PMDA)とを1:1の比率で組み合わせたテトラカルボン酸二無水物に変更し、更に酸化処理カーボンブラック(SPECIAL BLACK 4)の添加量を3質量部(ポリイミド系樹脂固形分100質量部に対して)に変更してポリアミド酸溶液(D)を調製し、ポリアミド酸溶液(A)の代わりに用いた以外は、実施例2と同じ方法にて、半導電性ベルトを得た。この半導電性ベルトの各層の厚みは、表面層0.05mm、中間層0.2mm、基材0.08mmであった。

20

【0149】

<実施例5>

実施例1において、「ポリアミド酸溶液(A)の調製」に用いた3,3',4,4'-ビフェニルテトラカルボン酸二無水物(BPDA)を、3,3',4,4'-ビフェニルテトラカルボン酸二無水物(BPDA)とピロメリット酸2無水物(PMDA)とを1:1の比率で組み合わせたテトラカルボン酸二無水物に変更し、更に酸化処理カーボンブラック(SPECIAL BLACK 4)の添加量を20質量部(ポリイミド系樹脂固形分100質量部に対して)に変更してポリアミド酸溶液(E)を調製した。

30

このポリアミド酸溶液(E)を、ポリアミド酸溶液(A)の代わりに用い、また、中間層として、実施例1と同じ原材料を用いて、中間層のJIS A硬度が40°となるように作製し、その厚みを0.1mmとした以外は、実施例1と同じ方法にて、半導電性ベルトを得た。この半導電性ベルトの各層の厚みは、表面層0.04mm、中間層0.1mm、基材0.08mmであった。

【0150】

<比較例1>

実施例1でシート状の基材の作製に用いたポリアミド酸溶液(B)のみを用いて、円筒状金型内面に、ディスペンサーを介して塗布し、金型を1500rpmで15分間回転させて均一な厚みを有する塗膜を形成した後、金型を250rpmで回転させながら、金型の外側より60℃の熱風を30分間あてた後、150℃で60分間加熱し、次いで常温に冷却して皮膜を形成した。

40

次にこの皮膜の内面に、さらに上記のポリアミド酸溶液(B)を同様に塗布し、その後360℃まで2℃/分の昇温速度で昇温し、更に360℃で30分加熱し、皮膜に残留する溶媒および脱水閉環水を除去すると共に、イミド転化反応を完結させた。その後金属芯体を室温にまで冷却した後に、金属芯体表面に形成されたポリイミドフィルムを剥離することにより、基本的な構成が本発明の半導電性ベルトの基材部分に相当する単層構成の半導

50

電性ベルトを得た。この半導電性ベルトの厚さは0.08mmであった。

【0151】

<比較例2>

実施例3におけるポリアミド酸溶液(D)に用いた3, 3', 4, 4'-ビフェニルテトラカルボン酸二無水物(BPDA)の代わりに、3, 3', 4, 4'-ビフェニルテトラカルボン酸二無水物(BPDA)とピロメリット酸2無水物(PMDA)とを1:1の比率で組み合わせたテトラカルボン酸二無水物を用い、また、乾燥した酸化処理カーボンブラック(SPECIAL BLACK 4 (Degussa社製、pH3.0、揮発分:14.0%)の添加量を23質量部(ポリアミド系樹脂を形成する原料の固形分100質量部に対して)に変更した以外は、ポリアミド酸溶液(D)と同様にして、ポリアミド酸溶液(F)を調製した。

10

【0152】

次に、ポリアミド酸溶液(F)のみを用いて、円筒状金型内面に、ディスペンサーを介して塗布し、金型を1500rpmで15分間回転させて均一な厚みを有する塗膜を形成した。次に、金型を250rpmで回転させながら、金型の外側より60℃の熱風を30分間あてた後、150℃で60分間加熱し、次いで常温に冷却して皮膜を形成した。

次にこの皮膜の内面に、上記のポリアミド酸溶液(F)を同様に塗布し、その後360℃まで2℃/分の昇温速度で昇温し、更に360℃で30分加熱し、皮膜に残留する溶媒および脱水閉環水を除去すると共に、イミド転化反応を完結させた。その後金属芯体を室温にまで冷却した後に、金属芯体表面に形成されたポリイミドフィルムを剥離することにより、基本的な構成が本発明の半導電性ベルトの基材部分に相当する単層構成の半導電性ベルトを得た。この半導電性ベルトの厚さは0.08mmであった。

20

【0153】

<比較例3>

(ポリアミド酸溶液(G)の調製)

3, 3', 4, 4'-ビフェニルテトラカルボン酸二無水物(BPDA)と4, 4'-ジアミノジフェニルエーテル(DDE)とからなるポリアミド酸のN-メチルー2ピロリドン(NMP)溶液(宇部興産製ユーニスA(固形分20質量%))に、この溶液のポリイミド系樹脂を形成する原料の固形分100質量部に対して、乾燥したカーボンブラック(アセチレンブラック(電気化学工業社製pH5.7、揮発分0.89%))を15質量部添加して、衝突型分散機(シーナス製GeanusPY)を用い、圧力200MPaで、最小面積が1.4mm²で2分割後衝突させ、再度2分割する経路を5回通過させて、混合して、カーボンブラック入りポリアミド酸溶液(G)を得た。

30

【0154】

(ポリアミド酸溶液(H)の調製)

3, 3', 4, 4'-ビフェニルテトラカルボン酸二無水物(BPDA)とp-フェニレンジアミン(PDA)とからなるポリアミド酸のN-メチルー2ピロリドン(NMP)溶液(宇部興産製ユーニスS(固形分18質量%))に、この溶液のポリイミド系樹脂を形成する原料の固形分100質量部に対して、乾燥したカーボンブラック(アセチレンブラック(電気化学工業社製pH5.7、揮発分0.89%))を15質量部添加して、衝突型分散機(シーナス製GeanusPY)を用い、圧力200MPaで、最小面積が1.4mm²で2分割後衝突させ、再度2分割する経路を5回通過させて、混合して、カーボンブラック入りポリアミド酸溶液(H)を得た。

40

【0155】

(半導電性ベルトの作製)

実施例1における「半導電性ベルトの作製」の作製において、ポリアミド酸溶液(A)及びポリアミド酸溶液(B)の代わりに、上述のポリアミド酸溶液(G)及びポリアミド酸溶液(H)を用い、また、弾性体シートを用いなかった以外は、実施例1における「半導電性ベルトの作製」と同様にして2層構成の半導電性ベルトを作製した。

この半導電性ベルトの総厚みは0.1mmであり、基本的な構成が本発明の半導電性ベル

50

トの表面層に相当する層の厚みは0.02mmであり、基材に相当する層の厚みは0.02mmであった。

【0156】

<比較例4>

(ポリアミド酸溶液(I)の調製)

3, 3', 4, 4'-ビフェニルテトラカルボン酸二無水物(BPDA)と4, 4'-ジアミノジフェニルエーテル(DDÉ)とからなるポリアミド酸のN-メチル-2ピロリドン(NMP)溶液(宇部興産製ユーワニスA(固形分18質量%))に、この溶液のポリアミド系樹脂を形成する原料の固形分100質量部に対して、乾燥したカーボンブラック(アセチレンブラック(電気化学工業社製pH5.7、揮発分0.89%))を11質量部添加して、衝突型分散機(シーナス製GeanusPY)を用い、圧力200MPaで、最小面積が1.4mm²で2分割後衝突させ、再度2分割する経路を5回通過させて、混合して、カーボンブラック入りポリアミド酸溶液(I)を得た。

【0157】

(半導電性ベルトの作製)

実施例1における「半導電性ベルトの作製」の作製において、ポリアミド酸溶液(A)及びポリアミド酸溶液(B)の代わりに、上述のポリアミド酸溶液(H)及びポリアミド酸溶液(G)を用い、また、弾性体シートを用いなかった以外は、実施例1における「半導電性ベルトの作製」と同様にして2層構成の半導電性ベルトを作製した。

この半導電性ベルトの総厚みは0.1mmであり、基本的な構成が本発明の半導電性ベルトの表面層に相当する層の厚みは0.02mmであり、基材に相当する層の厚みは0.02mmであった。

【0158】

<評価>

実施例1～5及び比較例1～4で得られた半導電性ベルトについて、転写面の微小硬度、表面層の体積抵抗率、表面層の摩擦係数、表面層の磨耗量、中間層の体積抵抗率、中間層の硬度、基材の体積抵抗率、基材のヤング率を計測して、転写画質(ブラー、ホロキヤラ、色ずれ、厚紙(280(gsm))および薄紙(127gsm)の用紙走行性)を評価した、これらの結果を下記表1に示す。なお、これらの評価は以下のようにして行なった

【0159】

(体積抵抗率)

得られた半導電性ベルトの表面層について、図2に示す円形電極(三菱油化(株)製ハイレスターIPのHRプローブ:円柱状電極部Cの外径φ16mm、リング状電極部Dの内径φ30mm、外径φ40mm)を用い、22℃/55%RH環境下にて、第一電圧印加電極A'における円柱状電極部C'と第二電圧印加電極B'との間に電圧100(V)を印加し、印加開始から10秒後の電流値を求め算出した。

【0160】

(摩擦係数)

得られた半導電性ベルトの表面層について、図3に示すような静動摩擦係数計(協和界面科学社製)を用いて測定した。図3に示す静動摩擦係数計は、鋼球(直径3mm)303、零点調整用天秤304、ロードセル305、荷重(100g)306を備えている。具体的には、中間転写体の表面層を構成する材料301を用いて、厚み20μmの膜を作製し、これを固定台302の上にセットし、移動速度0.1cm/秒、荷重100gの条件下で摩擦係数を測定した。

【0161】

(表面微小硬度)

得られた半導電性ベルトの表面層について、図4に示す装置(超微小硬度計DUH-201S(株式会社島津製作所製))を用い、下記の条件で測定した。

・測定環境:23℃、55%RH

・使用圧子:三角錐圧子

10

20

30

40

50

- ・試験モード：3（軟質材料試験）
- ・試験荷重：0.70 gf
- ・負荷速度：0.0145 gf/sec
- ・保持時間：5 sec

【0162】

（表面層の磨耗量）

得られた半導電性ベルトの表面層材料について、JIS K 6902に規定される耐磨耗性の試験方法に準拠して、表面層の材料を用いて直径120 mmの円形状の試験片を作成し、これを幅12.7 mm、50.3 mmの外径のゴム製の磨耗輪に研磨紙を接着剤で貼り付けて、100回転あたりの磨耗量（mg）を求めた。

10

【0163】

（基材のヤング率）

JIS K 6251に準じて、半導電性ベルトをJIS 3号形状に打ち抜き、引張試験に供した。得られた応力・歪曲線の初期ひずみ領域の曲線に接線を引き、その傾きによりヤング率を求めた。

【0164】

（転写画質の評価）

得られた半導電性ベルトを富士ゼロックス（株）Docu Color 1255 CPの中間転写ベルトとして取り付けた。また、2次転写後に除電ができるように除電装置を装着（但し、実施例5においては除電装置を取り外した状態で評価を行なった）して、転写画質を評価した。なお、トナーとしては形状係数が125の球形トナーを用いた。

20

【0165】

（ブラー評価）

ブラーの発生状況について、以下の基準により評価した。

◎：ブラーの発生全くなし（G1）

○：ブラーの発生なし（G2）

△：ブラーの発生は、わずかであり、画質上での問題なし（G3）

×：ブラーの発生があり、画質上での問題あり（G4）

【0166】

（ホロキヤラクター評価）

ホロキヤラクターの発生状況について、以下の基準により評価した。

○：ホロキヤラクターの発生なし

△：ホロキヤラクターの発生は、わずかであり、画質上での問題なし

×：ホロキヤラクターの発生があり、画質上での問題あり

30

【0167】

（色ずれ評価）

色ずれの発生状況について、以下の基準により評価した。

○：色ずれの発生なし

△：色ずれの発生は、わずかであり、画質上での問題なし

×：色ずれの発生があり、画質上での問題あり

40

【0168】

（用紙走行性の評価）

A4サイズの厚紙（220 gsm）および薄紙（127 gsm）をそれぞれ連続で100枚走行させた時の用紙走行性について以下の基準で評価した。

○：用紙走行での問題発生はなし

△：用紙走行でわずかに問題が発生したが、画質上での問題なし

×：用紙走行での問題が発生した

【0169】

【表1】

	実施例1	実施例2	実施例3	実施例4	実施例5	比較例1	比較例2	比較例3	比較例4
転写面の磨耗量(mg)	2.0	2.0	3.0	4.4	3.0	2.0	4.0	2.0	2.0
転写面の表面微小硬度	25	23	20	18	20	40	23	28	28
層構成および厚み(mm) 〈表面層/中間層/基材〉	0.05/0.2 /0.08	0.05/0.2 /0.08	0.04/0.1 /0.08	0.05/0.2 /0.08	0.04/0.1 /0.08	0/0/0.08	0/0/0.08	0.02/0 /0.08	0.02/0 /0.08
表面層の 体積抵抗率(対数換算値)	13.1	13.1	14以上	14以上	11.4	(単一材料)	(単一材料)	10.2	12.0
表面の摩擦係数	0.2	0.2	0.3	0.35	0.3	0.2	0.25	0.25	0.25
中間層の 体積抵抗率(対数換算値)	10.7	10.7	10.7	10.7	10.7	—	—	—	—
中間層のJISA硬度(°)	70	50	40	40	40	—	—	—	—
基材の 体積抵抗率(対数換算値)	10.2	10.3	10.3	10.3	10.3	10.1	10.5	10.2	10.2
基材のヤング率(MPa)	6000	4100	4100	4100	4100	6000	2500	6000	6000
除電装置の有無	有り	有り	有り	有り	無し	有り	有り	有り	有り
ホロキヤクター	○	○	○	○	○	×	○	△	△
ブラー	◎	◎	◎	◎	○	×	×	×	×
色ずれ	○	○	○	○	○	○	×	○	○
用紙走行部の3000枚後 画質欠陥(白抜け)の発生	○	○	○	○	○	○	○	×	×
用紙走行性	△	△	○	○	○	×	△	×	×
総合評価	○	○	○	○	○	×	×	×	×

【0170】

表1の結果から、本発明の実施例1～5の半導電性ベルトは、画質欠陥がなく、優れた画質を長期にわたり安定して得ることができた。

一方、比較例1は、転写面の表面硬度が硬く、体積抵抗率が低いためにホロキヤラ、ブラーの画質欠陥が発生した。比較例2は、転写面の表面硬度が軟かいのでホロキヤラの画質欠陥の発生は少なく、画質上許容できるレベルであったが、ブラー、色ずれの画質欠陥が発生した。比較例3、4は、体積抵抗が低いためにブラーの画質欠陥が発生した。

10

20

30

40

50

【 0 1 7 1 】

【 発 明 の 効 果 】

以上に説明したように、本発明によれば本発明は、（１）外周面の経時的な磨耗が少なく経時安定性に優れ、（２）外周面が柔軟でこの外周面に接触する部材表面と良好なニップが形成でき、（３）剛性が高くて変形しにくく、さらに、（４）転写電圧による抵抗の変化が少ない、経時安定性に優れる半導電性ベルト、その製造方法、並びに、これを用いた中間転写ベルト及び画像形成装置を提供することができる。

【 図 面 の 簡 単 な 説 明 】

【 図 １ 】 本発明の半導電性ベルトの構成の一例を示す模式断面図である。

【 図 ２ 】 本発明の半導電性ベルトの体積抵抗率の計測方法を一例を示す概略模式図である 10

【 図 ３ 】 表面層表面の静動摩擦係数計の測定方法を説明する概略模式図である。

【 図 ４ 】 表面層の表面微小硬度の測定原理を示す模式断面図である。

【 図 ５ 】 本発明の画像形成装置の一例を示す概略模試図である。

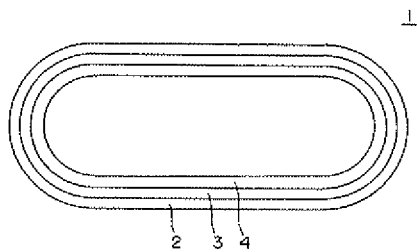
【 図 ６ 】 本発明の画像形成装置の他の例を示す概略模試図である。

【 符 号 の 説 明 】

1	半導電性ベルト	
2	表面層	
3	中間層	
4	基材	20
10	表面層表面	
11	針状圧子	
21	感光体ドラム（像担持体）	
22	中間転写ベルト（中間転写体）	
23	バイアスローラ（第二転写手段）	
24	用紙トレイ	
25	ブラック現像器	
26	イエロー現像器	
27	マゼンタ現像器	
28	シアン現像器	30
29	中間転写体クリーナ	
33	剥離爪	
41	ベルトローラ	
42	バックアップローラ	
43	ベルトローラ	
44	ベルトローラ	
45	導電性ローラ（第一転写手段）	
46	電極ローラ	
50	除電ロール	
51	クリーニングブレード	40
61	記録紙	
62	ピックアップローラ	
63	フィードローラ	
71	トナーカートリッジ	
72	定着ロール	
73	バックアップロール	
74	テンションロール	
75	２次転写ロール	
76	用紙経路	
77	用紙トレイ	50

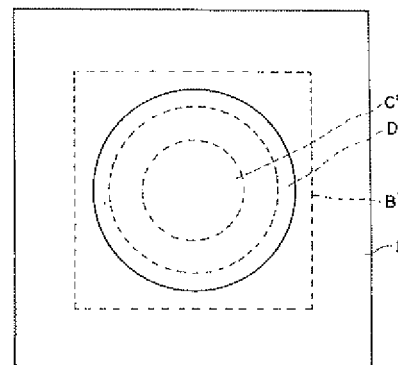
- 7 8 レーザー発生装置
- 7 9 感光体
- 8 0 1次転写ロール
- 8 1 駆動ロール
- 8 2 転写クリナー
- 8 3 帯電ロール
- 8 4 感光体クリーナー
- 8 5 現像器
- 8 6 中間転写体
- 8 8 除電ロール

【図 1】

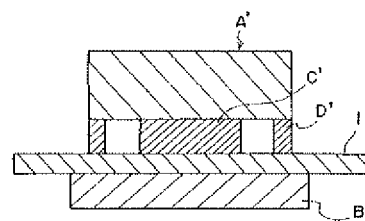


【図 2】

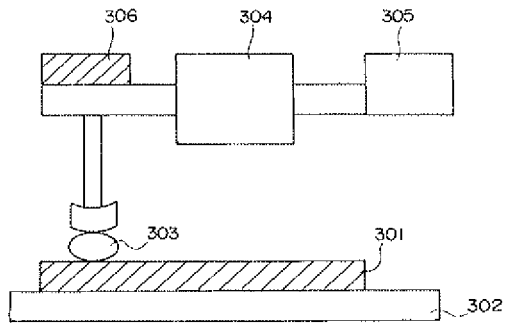
(a)



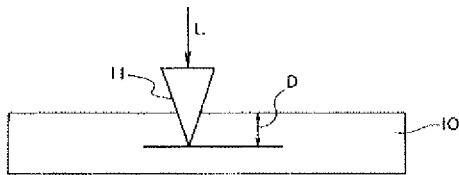
(b)



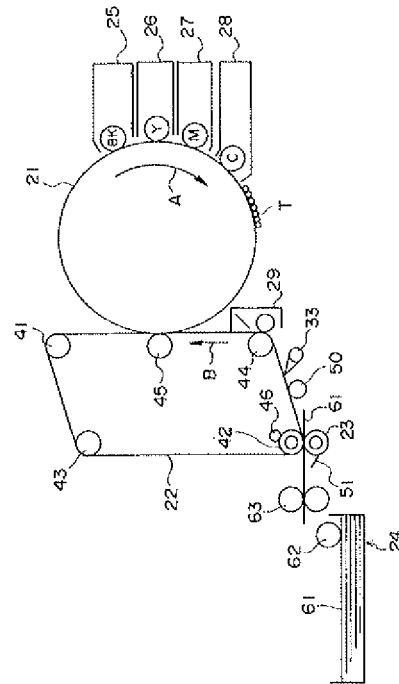
【図 3】



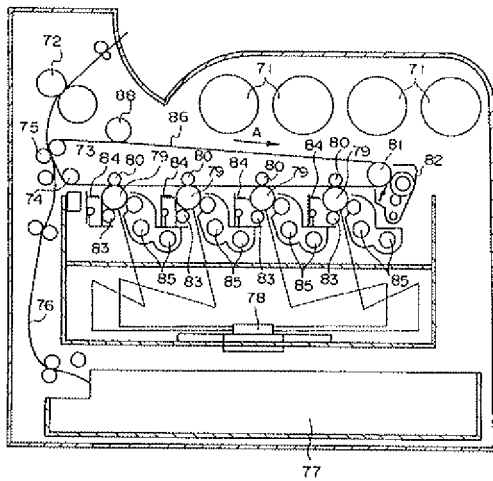
【図 4】



【図 5】



【図 6】



フロントページの続き

F ターム(参考) 2H200 FA02 FA09 FA18 GA12 GA23 GA34 GA44 GB03 GB41 HA03
HA28 HB12 HB22 HB45 HB46 HB47 JA02 JB07 JB10 JB45
JB46 JB47 JC04 JC15 JC16 JC17 LA12 MA04 MA11 MA20
MB02 MB04 MC02
4F213 AA45 AC03 AD05 AD08 AG03 AG16 AJ08 WA15 WA36 WA38
WA39 WA53 WA60 WA62 WA63 WA85 WA87 WA97 WB01 WB11
WB21 WC03 WE06 WE16 WE21 WF01 WF05 WF06 WF37 WK01
WK03 WW06 WW15 WW21 WW23 WW31 WW33